



Facultad de Ciencias Económicas y Empresariales

Departamento de Financiación e Investigación Comercial

**APLICACIÓN DE LA METODOLOGÍA PROJECT FINANCE
PARA LA FINANCIACIÓN DE INFRAESTRUCTURAS Y
EVALUACIÓN DE LA RENTABILIDAD Y DEL RIESGO DE
CRÉDITO**

TESIS DOCTORAL

Presentada por:

Fernando Iniesta Soria

Director:

Prosper Lamothe Fernández

Catedrático de Economía Financiera. UAM

Madrid, 2015



Facultad de Ciencias Económicas y Empresariales

Departamento de Financiación e Investigación Comercial

**APLICACIÓN DE LA METODOLOGÍA PROJECT FINANCE
PARA LA FINANCIACIÓN DE INFRAESTRUCTURAS Y
EVALUACIÓN DE LA RENTABILIDAD Y DEL RIESGO DE
CRÉDITO**

TESIS DOCTORAL

Fernando Iniesta Soria

Madrid, 2015

AGRADECIMIENTOS

Quisiera expresar mi agradecimiento al Director de la tesis, el profesor Don Prosper Lamothe Fernández por todo su apoyo y consejos durante la elaboración de esta tesis.

También mis agradecimientos a todos aquellos profesores del programa de doctorado de *Finanzas de Empresa* que con sus enseñanzas han ampliado mis conocimientos y bagaje financiero, lo que ha permitido mejorar en gran medida la elaboración de esta tesis.

De igual forma, agradezco a todos aquellos compañeros y colaboradores con los que he trabajado en los últimos años, y que gracias a ellos he adquirido un conocimiento real sobre modelización financiera y financiación de infraestructuras.

Finalmente, mis más sinceros agradecimientos a toda mi familia y a mi mujer María, que con su apoyo y comprensión también han formado parte del desarrollo de esta tesis.

CONTENIDO

RESUMEN	9
ABSTRACT	10
1. INTRODUCCIÓN	11
1.1. ANTECEDENTES.....	11
1.2. OBJETIVOS	12
1.3. CONTENIDO DEL ESTUDIO.....	13
2. DEFINICIÓN DE UN PROYECTO PPP	15
2.1. INTRODUCCIÓN	15
2.2. TIPOS DE PROYECTOS.....	16
2.2.1. TIPOLOGÍA DE PROYECTOS SEGÚN EL ACTIVO SUBYACENTE	16
2.2.2. TIPOS DE CONTRATOS DE COLABORACIONES PÚBLICO PRIVADAS	18
2.2.3. CREACIÓN DE VALOR DE LOS PPP.....	21
2.2.4. TRATAMIENTO CONTABLE Y FISCAL SEGÚN EL TIPO DE PPP	23
2.3. AGENTES INVOLUCRADOS EN EL PROYECTO	26
2.3.1. ENTIDAD CONCEDENTE.....	26
2.3.2. PROMOTOR O LICITADOR DEL PROYECTO	27
2.3.3. ENTIDADES FINANCIADORAS	29
2.3.4. OTROS AGENTES	30
2.4. DEFINICIÓN DEL PLAN DE NEGOCIO	34
2.4.1. DEMANDA	34
2.4.2. INVERSIÓN.....	41
2.4.3. INGRESOS	49
2.4.4. COSTES DE OPERACIÓN	53
2.4.5. PLAN DE AMORTIZACIÓN	57
2.5. ANÁLISIS FINANCIERO DEL PROYECTO	59
2.5.1. MODELO FINANCIERO.....	59
2.5.2. CUENTAS ANUALES	62
2.5.3. ANÁLISIS FINANCIERO.....	67
2.6. REVISIÓN LITERATURA PPP.....	71
3. FUENTES DE FINANCIACIÓN	77
3.1. INTRODUCCIÓN	77
3.2. FINANCIACIÓN DE LA DEUDA.....	78
3.2.1. TIPOS DE CONTRATOS DE DEUDA	78

3.2.2.	PROJECT FINANCE Y CORPORATE FINANCE	81
3.2.3.	PRÉSTAMOS SINDICADOS	84
3.2.4.	CLUB DEAL	95
3.2.5.	MINI PERM	97
3.2.6.	EMISIÓN DE BONOS	99
3.2.7.	PRÉSTAMOS PARTICIPATIVOS DE ADMINISTRACIONES PÚBLICAS	101
3.2.8.	MEDIDAS DE APOYO DE LAS ADMINISTRACIONES PÚBLICAS A LA FINANCIACIÓN DE PROYECTOS DE INFRAESTRUCTURAS	102
3.3.	FINANCIACIÓN DEL CAPITAL	105
3.3.1.	APORTACIONES DE CAPITAL	105
3.3.2.	PRÉSTAMOS SUBORDINADOS Y PARTICIPATIVOS	107
3.4.	FINANCIACIÓN CONTINGENTE	111
3.4.1.	APORTACIONES DE CAPITAL CONTINGENTE ADICIONALES DEL SPONSOR	111
3.4.2.	APORTACIONES DE FINANCIACIÓN CONTINGENTE DEL CONCEDENTE	111
3.5.	REVISIÓN LITERATURA FINANCIACIÓN DE PROYECTOS	113
4.	METODOLOGÍA DE ESTRUCTURACIÓN DE LA DEUDA	119
4.1.	INTRODUCCIÓN	119
4.2.	NECESIDADES DE FINANCIACIÓN	120
4.2.1.	VOLUMEN DE INVERSIÓN A FINANCIAR	120
4.2.2.	CONDICIONES DE FINANCIACIÓN	122
4.3.	FLUJOS DE CAJA DISPONIBLES PARA EL SERVICIO DE LA DEUDA	129
4.3.1.	MEDIDAS DE FLUJOS DE CAJA DISPONIBLES PARA EL SERVICIO DE LA DEUDA	129
4.3.2.	FLUJOS DE CAJA DE LA DEUDA	132
4.3.3.	RATIOS DE COBERTURA	133
4.4.	NIVEL DE APALANCAMIENTO	140
4.5.	OTROS RATIOS RELACIONADOS CON EL NIVEL DE ENDEUDAMIENTO	143
4.5.1.	RATIOS DE SOLVENCIA	143
4.5.2.	RATIOS DE LIQUIDEZ	143
4.6.	CALENDARIO DE LA DEUDA	145
4.6.1.	PLAZO DE LA DEUDA	145
4.6.2.	PERIODO DE CARENIA	145
4.6.3.	SERVICIO ANUAL DE LA DEUDA	146
4.6.4.	COLA DE LA DEUDA O DEL PROYECTO	148
4.7.	REVISIÓN LITERATURA FINANCIACIÓN ESTRUCTURADA	149
5.	ESTIMACIÓN NIVEL DE RENTABILIDAD	155

5.1.	INTRODUCCIÓN	155
5.2.	RENTABILIDAD DEL PROYECTO	156
5.2.1.	INTRODUCCIÓN	156
5.2.2.	FLUJOS DE CAJA LIBRE	156
5.2.3.	FLUJOS DE CAJA DEL PROYECTO ANTES DE IMPUESTOS	157
5.2.4.	FLUJOS DE CAJA DEL PROYECTO DESPUÉS DE IMPUESTOS	158
5.2.5.	OTRAS MEDIDAS DE RENTABILIDAD DEL PROYECTO	158
5.3.	RENTABILIDAD DE LOS ACCIONISTAS	160
5.3.1.	INTRODUCCIÓN	160
5.3.2.	FLUJOS DE CAJA DISPONIBLE PARA LOS ACCIONISTAS	162
5.3.3.	FLUJOS DE CAJA DE LOS ACCIONISTAS	163
5.3.4.	EFFECTO CAJA ATRAPADA EN EL BALANCE	164
5.3.5.	OTRAS MEDIDAS DE RENTABILIDAD DE LOS ACCIONISTAS	165
5.4.	REVISIÓN LITERATURA RENTABILIDAD DE PROYECTOS	167
6.	MÉTODOS DE PROYECCIÓN FINANCIERA	173
6.1.	INTRODUCCIÓN	173
6.2.	ANÁLISIS DE SENSIBILIDAD	174
6.2.1.	INTRODUCCIÓN	174
6.2.2.	USO DEL ANÁLISIS DE SENSIBILIDAD	174
6.3.	ESCENARIOS	176
6.3.1.	INTRODUCCIÓN	176
6.3.2.	ESCENARIOS INDIVIDUALES DE VARIABLES	176
6.3.3.	ANÁLISIS DE UN CONJUNTO DE ESCENARIOS	177
6.4.	FUNCIONES DE DISTRIBUCIÓN DE PROBABILIDAD	178
6.4.1.	INTRODUCCIÓN	178
6.4.2.	ESTIMACIÓN DE FUNCIONES DE DISTRIBUCIÓN DE PROBABILIDAD	178
6.5.	MONTECARLO	180
6.5.1.	INTRODUCCIÓN	180
6.5.2.	USO DE MONTECARLO EN PROYECTOS DE INFRAESTRUCTURAS	180
6.6.	NIVEL DE RIESGO TASAS DE RENTABILIDAD	182
6.7.	REVISIÓN LITERATURA MÉTODOS DE PROYECCIÓN FINANCIERA	185
7.	ESTIMACIÓN NIVEL DE RIESGO PARA LOS PRESTAMISTAS	191
7.1.	INTRODUCCIÓN	191
7.2.	MODELOS DE RIESGO DE CRÉDITO	192
7.2.1.	INTRODUCCIÓN	192

7.2.2.	MODELOS DE RIESGO DE CRÉDITO COMERCIALES.....	199
7.3.	RIESGO DE CRÉDITO DE LOS PROYECTOS DE INFRAESTRUCTURAS	201
7.3.1.	CARACTERÍSTICAS DE LOS PROYECTOS DE INFRAESTRUCTURAS	201
7.3.2.	MODELOS ALTERNATIVOS DE EVALUACIÓN DEL RIESGO DE CRÉDITO	202
7.3.3.	APLICACIÓN DEL RIESGO DE CRÉDITO A UN CASO CONCRETO	202
7.4.	DEFINICIÓN DE LAS VARIABLES DEL PROYECTO	203
7.4.1.	DEFINICIÓN DEL PROYECTO.....	203
7.4.2.	VARIABLES PRINCIPALES DEL PROYECTO	203
7.4.3.	FUNCIONES DE DISTRIBUCIÓN DE LAS PROYECCIONES DE TRÁFICO	205
7.5.	ESTIMACIÓN RIESGO DE CRÉDITO SEGÚN METODOLOGÍA PROJECT FINANCE.....	209
7.5.1.	DEFINICIÓN DE LA SITUACIÓN DE IMPAGO	209
7.5.2.	CÁLCULO DE LOS RATIOS DE COBERTURA.....	209
7.5.3.	RATIO DE COBERTURA DE INTERESES	211
7.5.4.	RATIO DE COBERTURA DEL SERVICIO DE LA DEUDA.....	212
7.6.	ESTIMACIÓN RIESGO DE CRÉDITO CON KMV	214
7.6.1.	INTRODUCCIÓN.....	214
7.6.2.	DEFINICIÓN DE LA SITUACIÓN DE IMPAGO	214
7.6.3.	VARIABLES PRINCIPALES DE LA MEDICIÓN DE RIESGO DE CRÉDITO SEGÚN KMV	215
7.6.4.	ESTIMACIÓN DEL VALOR Y VOLATILIDAD DE LOS ACTIVOS.....	217
7.6.5.	CÁLCULO DE LA DISTANCIA AL PUNTO DE QUIEBRA “DISTANCE TO DEFAULT”	218
7.6.6.	ESTIMACIÓN DE LA PROBABILIDAD DE IMPAGO: “EXPECTED DEFAULT FREQUENCY” ...	219
7.7.	RESULTADOS OBTENIDOS CON CADA MODELO.....	221
7.7.1.	DIFERENCIAS METODOLÓGICAS DE CADA MODELO	221
7.7.2.	PROBABILIDADES DE IMPAGO DE LA DEUDA CON LA SIMULACIÓN DE MONTECARLO..	222
7.7.3.	MEDICIÓN DEL RIESGO DE IMPAGO EN NÚMERO DE DESVIACIONES ESTÁNDAR	222
7.7.4.	FUNCIONES DE DISTRIBUCIÓN DE LA PROBABILIDAD DE IMPAGO.....	223
7.8.	CONCLUSIONES	225
7.8.1.	ANÁLISIS COMPARATIVO DE LOS DOS MODELOS	225
7.8.2.	APLICACIONES EN EL MERCADO.....	227
7.9.	REVISIÓN LITERATURA RIESGO DE CRÉDITO	229
8.	OPCIONES REALES.....	237
8.1.	INTRODUCCIÓN	237
8.2.	VALORACIÓN DE OPCIONES REALES.....	238
8.2.1.	SIMILITUDES ENTRE OPCIONES FINANCIERAS Y OPCIONES REALES	238
8.2.2.	MÉTODOS DE VALORACIÓN DE OPCIONES REALES	239

8.2.3.	USO DEL MÉTODO DE MONTECARLO PARA VALORACIÓN DE OPCIONES REALES	240
8.2.4.	CLASIFICACIÓN DE LAS OPCIONES SEGÚN EL INTERÉS EN EJERCER LA OPCIÓN	243
8.2.5.	TIPOS PRINCIPALES DE OPCIONES REALES	244
8.3.	TIPOS DE OPCIONES REALES EN PROYECTOS DE INFRAESTRUCTURAS	247
8.3.1.	INTRODUCCIÓN	247
8.3.2.	EXCLUSIVIDAD TEMPORAL DE LA INFRAESTRUCTURA	247
8.3.3.	GARANTÍAS SOBRE INGRESOS	248
8.3.4.	PAGOS DE CÁNONES EN FUNCIÓN DEL VOLUMEN DE TRÁFICO	249
8.3.5.	INCREMENTO DE LA INVERSIÓN	249
8.3.6.	AMPLIACIÓN DEL PERIODO DE CONCESIÓN	250
8.3.7.	REFINANCIACIÓN DEUDA	251
8.3.8.	REEQUILIBRIO ECONÓMICO-FINANCIERO	254
8.4.	APLICACIONES DE LAS OPCIONES REALES A PROYECTOS DE INFRAESTRUCTURAS	255
8.4.1.	DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO	255
8.4.2.	METODOLOGÍA EMPLEADA PARA LA VALORACIÓN DE LA OPCIÓN REAL	258
8.4.3.	ELABORACIÓN DEL MODELO FINANCIERO PARA LA VALORACIÓN DEL ACTIVO SUBYACENTE	260
8.4.4.	FUENTES DE INCERTIDUMBRE DEL PROYECTO	261
8.4.5.	OPCIÓN DE INCREMENTO DE CAPACIDAD	266
8.4.6.	VALORACIÓN DE LA OPCIÓN REAL	272
8.5.	CONCLUSIONES	274
8.5.1.	APLICACIONES DE LAS OPCIONES REALES A LOS PROYECTOS DE INFRAESTRUCTURAS ..	274
8.5.2.	EXTENSIÓN DEL USO DE LAS OPCIONES REALES EN PROYECTOS DE INFRAESTRUCTURAS ...	275
8.6.	REVISIÓN LITERATURA OPCIONES REALES	276
9.	CONCLUSIONES	281
	BIBLIOGRAFÍA	288

TABLAS

Tabla 1. Modalidades y Tipos de Contratos PPP	20
Tabla 2. Tratamiento contable activo financiero – activo intangible	24
Tabla 3. Control de la demanda, asignación riesgo demanda y medidas mitigadoras.....	38
Tabla 4. Seguros y coberturas riesgos de construcción.....	48
Tabla 5. Esquemas tarifarios según tipos de infraestructura	49
Tabla 6. Revisión Literatura PPP	71
Tabla 7. Diferencias entre Project Finance y Corporate Finance.....	84
Tabla 8. Estructura de comisiones en un préstamo sindicado	90
Tabla 9. Beneficios y costes de las monolines en las emisiones de bonos.....	101
Tabla 10. Revisión Literatura Financiación de Proyectos	113
Tabla 11. Flujo de Caja Libre.....	130
Tabla 12. Cascada de Flujos de Caja	131
Tabla 13. Flujos de Caja de la Deuda	132
Tabla 14. Flujos de Caja de la Deuda incluidos en la Cascada de Flujos de Caja	133
Tabla 15. Revisión Literatura Financiación Estructurada	149
Tabla 16. Flujo de Caja Libre.....	156
Tabla 17. Flujo de Caja Libre teórico sin escudo fiscal intereses.....	157
Tabla 18. Flujos de Caja del Proyecto antes de Impuestos	157
Tabla 19. Flujos de Caja del Proyecto después de Impuestos	158
Tabla 20. Flujos de Caja Disponible para los Accionistas.....	162
Tabla 21. Flujos de Caja de los Accionistas.....	163
Tabla 22. Revisión Literatura Rentabilidad de Proyectos	167
Tabla 23. Ejemplo de Análisis de Sensibilidad RCSD de un Proyecto	175
Tabla 24. Ejemplo de Análisis de Sensibilidad VAN y TIR de un Proyecto	182
Tabla 25. Ejemplo de Análisis de Escenarios de un Proyecto	183
Tabla 26. Percentiles VAN Accionistas	184
Tabla 27. Revisión Literatura Métodos de Proyección Financiera	185
Tabla 28. Ratios de cobertura del servicio de la deuda e intereses	210
Tabla 29. Probabilidad de impago en los años 2016-2020.....	212
Tabla 30. <i>Distance to default</i> Modelo KMV.....	219
Tabla 31. <i>Distance to default</i> , probabilidad y frecuencia	220
Tabla 32. Frecuencia de sucesos inferiores al “punto de impago”	222
Tabla 33. <i>Distance to default</i> (número de desviaciones estándar)	222
Tabla 34. Frecuencia de sucesos inferiores al “default point”	224
Tabla 35. Revisión Literatura Riesgo de Crédito.....	229
Tabla 36. Capacidad máxima terminal con cada opción	266
Tabla 37. VAN Accionistas, Tráfico y Capacidad máxima terminal con cada opción.....	268
Tabla 38. Simulación Montecarlo VAN Accionistas de las diferentes Opciones.....	271
Tabla 39. Valor de la Opción de Ampliación.....	272
Tabla 40. Frecuencia con que se ejecuta la opción	272
Tabla 41. Valor de la flexibilidad	273
Tabla 42. Revisión Literatura Opciones Reales.....	276

FIGURAS

Figura 1. Riesgo-Rentabilidad según tipos de activos	17
Figura 2. Diferencias entre Contratación Pública Tradicional y PPP.....	18
Figura 3. Creación de valor de un proyecto PPP.....	21
Figura 4. Roles de la Entidad Concedente en un PPP	26
Figura 5. Funciones del Promotor/Licitador del Proyecto.....	28
Figura 6. Opciones de Financiación contratos PPP.....	29
Figura 7. Agentes principales en un PPP	31
Figura 8. Efectos de la Demanda en los parámetros clave de una infraestructura.....	34
Figura 9. Rentabilidad exigida y riesgo demanda.....	36
Figura 10. Sistemas de garantías de ingresos y demanda	37
Figura 11. Gestión de Riesgos.....	46
Figura 12. Flujos de Caja según divisas de un proyecto PPP tipo	50
Figura 13. Relación entre las diversas teorías sobre la formación del tipo de cambio	52
Figura 14. Costes de Operación y Mantenimiento	54
Figura 15. Componentes de los gastos totales de infraestructura.....	55
Figura 16. Metodología para la elaboración de un modelo financiero de una Terminal Portuaria	59
Figura 17. Estructura de un préstamo Project Finance y de un préstamo Corporate Finance	83
Figura 18. Agentes de un préstamo sindicado	86
Figura 19. Proceso de un préstamo sindicado.....	87
Figura 20. Efectos del <i>Cash Sweep</i> y <i>Margin Step Up</i> sobre la rentabilidad de los accionistas	98
Figura 21. Efectos del <i>Cash Sweep</i> sobre la amortización de la deuda y sobre el pago de dividendos a los accionistas	98
Figura 22. Inversión y desinversión en Capital de los Sponsor en Infraestructuras.....	105
Figura 23. Partidas que componen la Inversión Inicial	120
Figura 24. Uso y Origen de Fondos.....	122
Figura 25. Fijación del RCSD del proyecto en la metodología <i>Project Finance</i>	134
Figura 26. Representación gráfica del cálculo del LLCR y PLCR	139
Figura 27. Determinación del nivel de apalancamiento de un proyecto	140
Figura 28. Cola de la deuda o de proyecto.....	148
Figura 29. Escenarios de tráfico de una Autopista de Peaje	177
Figura 30. Función probabilidad Ratio Cobertura Servicio Deuda	181
Figura 31. Diagrama de INFRISK	181
Figura 32. Función de distribución de probabilidad VAN Accionistas	184
Figura 33. Función de distribución de probabilidad Acumulada VAN Accionistas	184
Figura 34. Proyecciones de tráfico <i>Import/Export</i> , <i>Hub&Spoke</i> y <i>Relay</i>	206
Figura 35. Valor esperado de la distribución beta.....	207
Figura 36. Distribución del volumen total de tráfico.....	207
Figura 37. Evolución del ratio de cobertura del servicio de la deuda e intereses.....	210
Figura 38. Distribución ratio de cobertura de intereses en 2016.....	211
Figura 39. Función de distribución del VAN para flujos de caja libre	217
Figura 40. Función de distribución del VAN al tercer año del inicio.....	218
Figura 41. Equivalencia entre opciones financieras y opciones reales.....	238

Figura 42. Tipos de opciones según si compensa o no ejercerlas	243
Figura 43. Roll Forward. Situación Inicial. RCSD 1,52	252
Figura 44. Roll Forward. Alargamiento Plazo Deuda. RCSD 1,60.....	252
Figura 45. Roll Forward. Situación Inicial.....	253
Figura 46. Roll Forward. Nueva Deuda 100 MEUR 2030	253
Figura 47. Proyecciones de tráfico “Import/Export”, “Hubs & Spoke” y “Relay”	261
Figura 48. Proyecciones de tráfico. Media Distribución Beta.....	262
Figura 49. Simulación Montecarlo Tráfico.....	263
Figura 50. Simulación Montecarlo IPC.....	264
Figura 51. Simulación Montecarlo Precio Estiba	265
Figura 52. Simulación Montecarlo Volúmenes de Tráfico de cada Opción	267
Figura 53. Simulación Montecarlo VAN Accionistas.....	269
Figura 54. Árbol de Decisiones Opción de Ampliación	270

RESUMEN

Las técnicas tradicionales de la metodología *Project Finance* empleadas en la evaluación de proyectos resultan insuficientes para analizar adecuadamente el nivel de riesgo que soportan los accionistas y los prestamistas en los proyectos de infraestructuras.

La consideración explícita de la aleatoriedad de las proyecciones mediante funciones de distribución de probabilidad permite mejorar considerablemente el análisis de los resultados de los principales parámetros de un proyecto, como son las tasas de rentabilidad, los ratios de cobertura de la deuda o el nivel de riesgo de crédito de un proyecto.

En esta tesis doctoral se desarrolla la aplicación de técnicas estadísticas para la evaluación de proyectos de infraestructuras desarrollados mediante esquemas *PPP* y financiados con fórmulas de financiación tipo *Project Finance*.

Para ello se propone una metodología alternativa basada en el empleo de técnicas estadísticas para la evaluación, en los proyectos de infraestructuras, del nivel de riesgo de crédito para los prestamistas y del nivel de rentabilidad para los inversores. Se plantea además extender estas técnicas estadísticas para la evaluación y valoración de las opciones reales inherentes a los contratos *PPP* de Proyectos de Infraestructuras.

Para la evaluación del riesgo de crédito que soportan los prestamistas en los proyectos de infraestructuras se analizan las diferencias en la utilización de dos modelos: el modelo *Project Finance* que se centra en el análisis de los flujos de caja del proyecto y del servicio de la deuda, y los modelos estructurales de riesgo de crédito como *KMV* que se centran en analizar la evolución de la valoración de los activos de la empresa en comparación con la deuda.

Para medir el nivel de riesgo de las diferentes medidas de rentabilidad de un proyecto (Flujos de Caja del Proyecto o Flujos de Caja de los Accionistas) además de los métodos clásicos como el Análisis de Sensibilidad o Análisis de Escenarios, se propone emplear funciones de Distribución de probabilidad de las principales variables de rentabilidad de un proyecto – ejemplo, VAN y TIR – mediante el uso de funciones estadísticas y simulaciones con Montecarlo.

Por último, se propone ampliar el uso de la metodología de Opciones Reales para la valoración de proyectos de infraestructuras, con el fin de valorar de forma explícita un gran número de opciones reales que habitualmente no son tomadas en consideración y que son inherentes en muchos contratos *PPP* de proyectos de infraestructuras como por ejemplo: garantías sobre ingresos, pagos de cánones en función del tráfico, incremento de la inversión, ampliación de período de concesión o refinanciación de la deuda.

ABSTRACT

The traditional techniques of the *Project Finance* methodology used in the project evaluation often prove to be inadequate to accurately analyse the risk level borne by the shareholders and lenders in the infrastructure projects.

The effective dealing with uncertainty of the forecasts by means of probability distribution functions allows to improve considerably the analysis of the main parameters of a project, such as rates of return, debt coverage ratios or the credit risk of a project.

This doctoral thesis develops the application of statistical techniques for the evaluation of infrastructure projects carried out through PPP and financed by the *Project Finance* method.

For that reason, it is proposed an alternative methodology based on statistical techniques for the evaluation of the credit risk of the lenders and the rates of return of investors related to infrastructure projects. And to extend the use of statistical techniques for the assessment and valuation of real options associated to the PPP contracts of infrastructure projects.

For the evaluation of the credit risk borne by the lenders in the infrastructure projects, it is analysed the differences between two models: the *Project Finance* traditional model focus on analysing the project cash flows and debt service, and the structural models of credit risk as *KMV* focus on analysing the evolution of the valuation of the company's assets compared to the debt.

To estimate the risk level of the different rates of return of a project (Project Cash Flows or Shareholders Cash Flows) in addition to the traditional methods as the Sensitivity Analysis and Scenario Analysis, it is proposed to use probability distribution functions of the main profitability parameters of a project – such as NPV and IRR – through statistics functions and Montecarlo simulation.

Finally, it is proposed to extend the use of the Real Options methodology for the valuation of infrastructure projects, in order to explicitly value a wide range of real options that are generally not taken into account and that are associated to many PPP contracts of infrastructure projects such as: minimum income guarantee, canon payments related to traffic levels, increase of the investment, extension of the concession period, or debt refinancing.

1. INTRODUCCIÓN

1.1. ANTECEDENTES

El desarrollo de los grandes proyectos de infraestructuras (como puertos, aeropuertos, autopistas, ferrocarriles,...) requieren una fuerte inversión inicial y un volumen importante de financiación.

En las últimas décadas muchos de estos proyectos de infraestructuras han sido desarrollados, en vez de a través de la inversión directa del Estado, mediante fórmulas de concesión o *PPP* (*Public-Private Partnership*) en las que una determinada infraestructura es financiada y operada por una empresa privada.

El incremento reciente de proyectos de grandes inversiones en infraestructuras unido con la necesidad de los Estados de tener que reducir sus niveles de déficit presupuestario, ha favorecido enormemente el desarrollo de los *PPP*.

La disponibilidad de financiación para los esquemas *PPP* se ha visto además favorecida por el menor riesgo que soportan las entidades financieras en la financiación de estos proyectos con respecto a otros proyectos empresariales, ya que de forma explícita o implícita cuentan con numerosas garantías del propio Estado.

Debido a ello la *Participación Público-Privada* para el desarrollo de proyectos de infraestructuras ha conllevado consigo la aparición de un mercado financiero y de herramientas específicas para la financiación de grandes proyectos de infraestructuras. Estas herramientas de financiación se conocen como *Project Finance* o *Financiación de Proyectos*.

El *Project Finance* es un mecanismo de financiación de inversiones que se sustenta tanto en la capacidad del proyecto para generar flujos de caja que puedan atender la devolución de la deuda, como en las garantías contractuales que aseguren el repago de la deuda y la rentabilidad del proyecto.

El *Project Finance* se caracteriza por ser una financiación sin recurso en el sentido de que el inversor privado no requiere de forma general aportar garantías corporativas. El *Project Finance* permite además financiar proyectos de infraestructuras con un alto nivel de endeudamiento, gracias a las garantías que reciben los financiadores por parte del Estado. Debido a esas características las empresas privadas – como constructoras y empresas concesionarias – pueden desarrollar proyectos de infraestructuras, que de otro modo – sin un esquema de *Project Finance* – no serían posibles de desarrollar mediante fórmulas de *PPP*.

1.2. OBJETIVOS

Las técnicas tradicionales de la metodología *Project Finance* empleadas en la evaluación de proyectos resultan insuficientes para analizar adecuadamente el nivel de riesgo que soportan los accionistas y los prestamistas en los proyectos de infraestructuras.

El uso poco frecuente de técnicas estadísticas en la evaluación de proyectos de infraestructuras se debe principalmente a la dificultad de estimar las funciones de distribución de probabilidad de las variables principales del proyecto; debido a la muy escasa o nula información muestral disponible para ajustar las funciones de distribución de probabilidad, y el coste en tiempo y recursos que requiere la obtención de las funciones de probabilidad.

La consideración explícita de la aleatoriedad de las proyecciones mediante funciones de distribución de probabilidad permite mejorar considerablemente el análisis de los resultados de los principales parámetros de un proyecto, como son las tasas de rentabilidad, los ratios de cobertura de la deuda o el nivel de riesgo de crédito de un proyecto.

En esta tesis doctoral se desarrolla la aplicación de técnicas estadísticas para la evaluación de proyectos de infraestructuras desarrollados mediante esquemas *PPP* y financiados con fórmulas de financiación tipo *Project Finance*.

Para ello se propone una metodología alternativa basada en el empleo de técnicas estadísticas para la evaluación, en los proyectos de infraestructuras, del nivel de riesgo de crédito para los prestamistas y del nivel de rentabilidad para los inversores. Se plantea además extender estas técnicas estadísticas para la evaluación y valoración de las opciones reales inherentes a los contratos *PPP* de Proyectos de Infraestructuras.

Para que a efectos prácticos esta metodología sea eficaz y se pueda aplicar a numerosos proyectos, es clave que la definición de las funciones de distribución de probabilidad no conlleve un incremento considerable en tiempo y coste con respecto a la metodología tradicional *Project Finance*. Por ello, se recomienda realizar un primer análisis para evaluar cuáles son las variables que presentan un mayor nivel de incertidumbre o aleatoriedad, y en base a la experiencia de proyectos similares utilizar funciones de distribución de probabilidad adaptadas a esas variables (ejemplo, estudios sobre funciones de distribución de probabilidad sobre comportamiento futuro de las tasas de inflación o de interés, funciones de probabilidad sobre la inversión o sobre las tarifas).

Los objetivos principales de esta tesis doctoral, son los siguientes:

- Definir una metodología basada en técnicas estadísticas que sirva para analizar el nivel de riesgo de los prestamistas en un proyecto de infraestructuras financiado mediante *Project Finance*, así como evaluar el nivel de rentabilidad del proyecto.
- Evaluar las opciones reales inherentes que se presentan habitualmente en los contratos *PPP* de proyectos de infraestructuras.
- Aplicar la metodología propuesta a proyectos reales de infraestructuras, con el fin de poder evaluar y comparar las diferentes metodologías en el análisis de riesgos y rentabilidad de proyectos de infraestructuras, y la valoración de opciones reales.

1.3. CONTENIDO DEL ESTUDIO

La tesis doctoral se divide en ocho apartados, además de la introducción, que se describen a continuación.

En el capítulo 2 “Definición de un Proyecto PPP” se describen las características principales del sector de infraestructuras, y la estructura básica de un proyecto PPP. Para ello se analizan los diferentes tipos de proyectos PPP según tipo de activos y modalidades de contratos, los agentes involucrados, y las partes principales del plan de negocio y la metodología de análisis financiero de un proyecto PPP.

En el capítulo 3 “Fuentes de Financiación” se detallan los diferentes tipos de financiación de deuda como los préstamos sindicados o la emisión de bonos, los préstamos participativos, financiación del capital, y financiación contingente.

En el capítulo 4 “Metodología de estructuración de la deuda” se describe la metodología empleada en *Project Finance* para determinar la estructura de capital de un proyecto de infraestructuras. Los pasos empleados van desde la determinación de las necesidades de financiación, la estimación de los flujos de caja disponibles para la deuda y los criterios para determinar el calendario de pago de la deuda, y por último la determinación de los *covenants* asociados al contrato de financiación.

En el capítulo 5 “Estimación del nivel de rentabilidad” se detalla los métodos empleados en proyectos de Infraestructuras para la estimación del nivel de rentabilidad del proyecto y de los accionistas.

En el capítulo 6 “Métodos de proyección financiera” se describen diferentes métodos utilizados en la estimación de las proyecciones financieras, como son el análisis de sensibilidad, la generación de escenarios, la estimación de funciones de distribución de probabilidad y el método de Montecarlo. Se aplican además estos métodos para la evaluación del nivel de riesgo de las tasas de rentabilidad del proyecto y de los accionistas.

En el capítulo 7 “Estimación del nivel de riesgo para los prestamistas” se analiza el riesgo de crédito en proyectos de Infraestructuras. Se analizan los diferentes modelos de riesgo de crédito. Y se compara la utilización de dos sistemas de medición del nivel de riesgo: el ratio de cobertura del servicio de la deuda, y la metodología KMV para la estimación del riesgo de crédito. Los dos métodos de estimación del nivel de riesgo de los prestamistas se aplican a un proyecto de inversión real de una terminal portuaria, utilizándose para evaluar el riesgo de crédito del proyecto los flujos de caja generados por el proyecto y la deuda asociada al proyecto.

En el capítulo 8 “Opciones Reales” se detallan las principales opciones reales que contienen los proyectos de infraestructuras, como son el reequilibrio económico-financiero, el incremento de la inversión, la ampliación del período de concesión o la refinanciación de la deuda. Se aplica además la metodología de valoración de opciones reales a un proyecto de inversión concreto, siendo el punto de partida para la valoración del subyacente el modelo financiero que sirve para estimar los flujos financieros asociados al proyecto.

Por último en el capítulo 9 “Conclusiones” se muestran las principales conclusiones del estudio, y se expone la posible extensión del uso de las técnicas estadísticas en la valoración de proyectos de infraestructuras.

2. DEFINICIÓN DE UN PROYECTO PPP

2.1. INTRODUCCIÓN

Las infraestructuras tienen características peculiares en el contexto de la contratación pública, porque tienen un alto nivel de complejidad y especificad, y su carácter a largo plazo requiere un cuidadoso análisis económico, político y social (Estache, A., Iimi A. y Ruzzier, C., 2009).

La participación del sector privado en la provisión de infraestructuras públicas desde hace mucho tiempo se ha realizado mediante la contratación tradicional o en forma de licencias o concesiones. Más recientemente, los PPPs han cobrado relevancia, prometiendo soluciones innovadoras y una mejor asignación de los riesgos que la contratación tradicional mediante contratos separados. Sin embargo los PPPs no están exentos de riesgos como son la identificación del licitador más eficiente, el diseño de la relación contractual o el riesgo compartido entre el sector público y privado, además del riesgo para los gobiernos de que se produzcan contingencias financieras a futuro (Araújo, S. y Sutherland D., 2010).

Los proyectos PPP comenzaron a implantarse primeramente en los países desarrollados y en los últimos años se ha extendido el uso de los PPP hacia un gran número de países, incluidos países emergentes. A la extensión de los PPP ha contribuido el rol de los organismos multilaterales como el Banco Mundial o los Bancos Regionales de Desarrollo.

El uso de los PPP requiere de unas condiciones previas para su implantación como son un mercado financiero eficiente (Engel et al., 2014), y un marco legal, político e institucional que apoye el desarrollo de los PPP (IBRD, 2012).

Estudios como el de Hammami et al (2006) concluyen que los PPP tienden a ser más comunes en los países que tienen más restricciones presupuestarias, y con un mayor mercado interior, y que la participación privada en los PPP depende en gran medida de la financiabilidad de los proyectos y de la tecnología empleada. Mientras que Estache et al. (2007) concluye que los PPP no son la opción óptima para países con un riesgo político o institucional alto.

En este capítulo revisamos los aspectos fundamentales de los PPP como las tipologías de proyectos y contratos, las condiciones mediante las que hay una creación de valor con los contratos PPP, los diferentes agentes involucrados en un proyecto PPP, los parámetros que definen el plan de negocio de un PPP o el modo de realizar el análisis financiero de un proyecto.

2.2. TIPOS DE PROYECTOS

2.2.1. TIPOLOGÍA DE PROYECTOS SEGÚN EL ACTIVO SUBYACENTE

Los diferentes tipos de proyectos se pueden clasificar dependiendo del activo subyacente: una carretera, un ferrocarril, una instalación de transmisión eléctrica o un colegio.

Los diferentes tipos de proyectos se suelen clasificar en función del sector (transporte, energía, telecomunicaciones,...) y dentro de cada sector se clasifican según el tipo de activo (carretera, puerto, agua,...). Las categorías más habitualmente utilizadas son:

- **Infraestructuras de Transporte**
 - Carreteras
 - Aeropuertos
 - Puertos
 - Ferrocarril
 - Transporte urbano
- **Energía y Renovables**
 - Energía Convencional
 - Energía Renovables
 - Transmisión
- **Telecomunicaciones**
- **Suministros de agua y tratamiento residuos**
 - Agua
 - Saneamiento
 - Residuos Sólidos
- **Infraestructuras sociales**
 - Hospitales
 - Escuelas
 - Prisiones

El tipo de activo resulta muy relevante desde el punto de vista de la legislación aplicable en cada caso. El sector de la energía tiene por ejemplo una regulación específica diferente al sector de telecomunicaciones o el transporte.

Los esquemas de financiación de los proyectos presentan también diferencias según el tipo de activo y el cliente final. Por ejemplo, un proyecto de una prisión promovido por un Gobierno Central o un Gobierno Regional conlleva un nivel de riesgo percibido por el mercado financiero diferente.

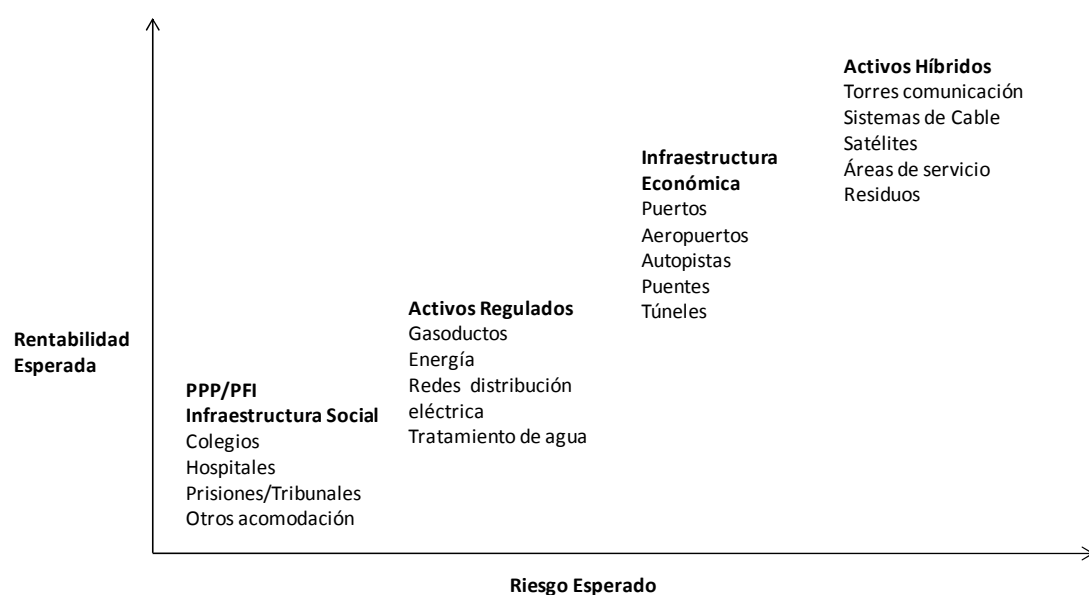
Otras clasificaciones de proyectos como la desarrollada por Delmon (2010), clasifican los contratos PPP de Infraestructuras en base a diferentes características: como si es un activo nuevo ("greenfield") o existente ("brownfield"), las obligaciones en la construcción y en la

provisión del servicio del sector privado, la financiación aportada por el sector privado al proyecto o las fuentes de ingresos del proyecto.

El nivel de riesgo y de rentabilidad esperada varía según el tipo de activo subyacente. Los activos ordenados de menor riesgo y rentabilidad a mayor riesgo y rentabilidad esperada son:

- **Activos con un nivel de ingresos garantizados por el Estado sin riesgo de demanda:** los activos de infraestructura social (colegios, hospitales, prisiones) tienen sus ingresos garantizados por el Estado y suelen tener un bajo nivel de riesgo y un nivel de rentabilidad ajustado. Estos activos funcionan prácticamente como un bono, y contablemente se contabiliza el contrato como un activo financiero.
- **Activos con un precio regulado y bajo nivel de competencia:** aunque los ingresos de estos activos “utilities” (gasoductos, electricidad, agua) suelen provenir del mercado en vez del Estado, estos activos presentan un nivel muy bajo de riesgo de mercado ya que el precio está asegurado por la regulación y la competencia es prácticamente inexistente con lo que la demanda de sus servicios está prácticamente garantizada.
- **Infraestructuras:** los ingresos de estos activos (puertos, aeropuertos, autopistas) suelen provenir del mercado, estando sus precios generalmente regulados. Sin embargo a diferencia de las “utilities” tienen un mayor riesgo de demanda. Determinadas infraestructuras como los “peajes en sombra” tienen el riesgo de demanda muy acotado, y por tanto menor riesgo y rentabilidad que el peaje explícito.
- **Activos híbridos:** son activos cuyos ingresos son completamente privados pero que su implantación está regulada por el Estado, con lo que el nivel de competencia es limitado. Ejemplos de estos activos son las torres de comunicación, sistemas de cable, satélites, o áreas de servicios en autopistas.

Figura 1. Riesgo-Rentabilidad según tipos de activos



Fuente: Deblanc, E. (2008). Infrastructure Group London. BNP Paribas

2.2.2. TIPOS DE CONTRATOS DE COLABORACIONES PÚBLICO PRIVADAS

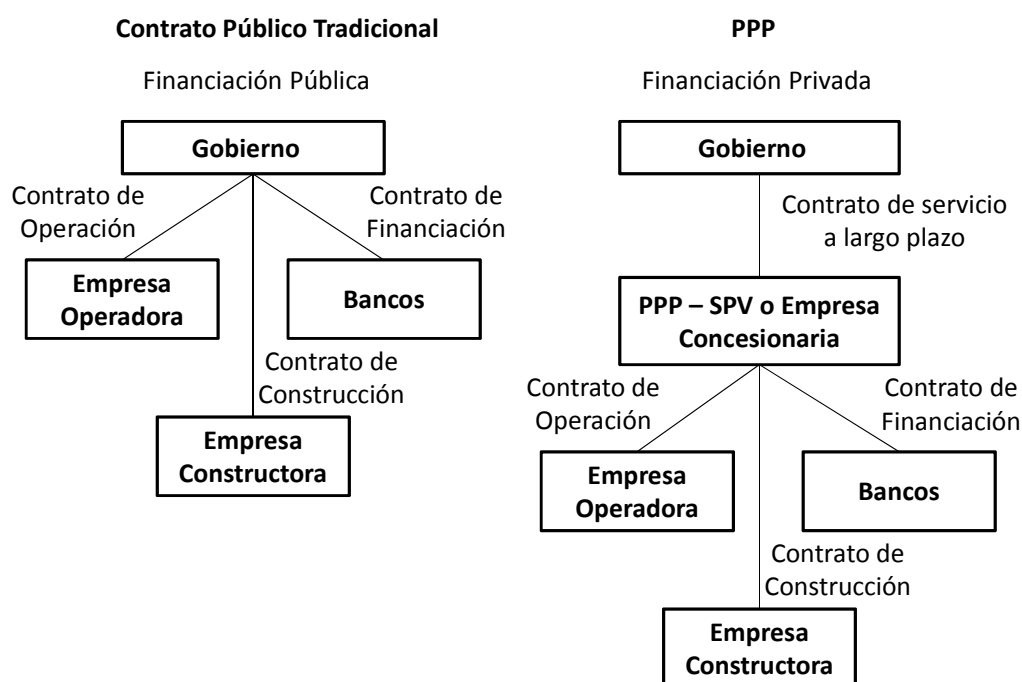
Comparación de los PPP con la Contratación Pública Tradicional

La diferencia principal entre los Contratos Públicos Tradicionales y los contratos de Colaboración Público-Privada o PPP, es que en los Contratos Públicos Tradicionales la inversión es pagada directamente por el Gobierno (a través de certificaciones de obras periódicas) mientras que en los PPP la inversión es pagada por el privado y la deuda es asumida por el sector privado mediante una sociedad de propósito específico o SPV. El gobierno a cambio bajo los contratos PPP asume un contrato de servicio a largo plazo con el sector privado que incluye diferentes obligaciones, como compromisos de pago (por ejemplo, en los pagos por disponibilidad o peajes en sombra), la definición de un esquema tarifario (por ejemplo, autopistas de peaje o concesiones portuarias), o un compromiso de un período determinado de operación.

Diversos estudios analizan las ventajas y desventajas de utilizar cada tipo de contrato, dados los diferentes incentivos de cada contrato (Hoppe, E. I., y Schmitz, P.W., 2013). Aunque un PPP introduce mayores incentivos para disminuir los costes de los servicios, los PPP implican también contratos a largo plazo que pueden ser relativamente inflexibles (Ross, T. W., y Yan, J., 2013). Por otro lado, cuando hay asimetrías de información entre el sector público y privado (ejemplo, el coste real de proveer un servicio), entonces los Gobiernos tienden a escoger concesiones PPP como la mejor opción (Auriol, E., y Picard, P.M., 2009).

En la siguiente tabla se indican las diferencias entre el esquema de contratación de la Contratación Pública-Tradicional y los contratos PPP.

Figura 2. Diferencias entre Contratación Pública Tradicional y PPP



Fuente: Akitoby B. et al. (2007). Public Investment and Public-Private Partnerships. IMF

Tipologías de Contratos

Los Contratos de Colaboración Público Privada o PPP pueden adoptar diferentes modalidades según las obligaciones y derechos a asumir por el inversor privado. Los contratos PPP más habituales suelen ser del tipo Build Operate Transfer (BOT) o Design-build-finance-operate (DBFO). Las diferencias entre ambos tipos de contrato son:

- Conforme al modelo BOT (Build, Operate, Transfer) el sector privado construye la infraestructura y adquiere el derecho de operarlo durante un período de tiempo determinado. Cuando el período de operación finaliza, los derechos de operar el activo se transfieren o revierten al Estado.

En España el tipo de contrato de Concesiones de Infraestructuras (autopistas, puertos,...) se corresponde en gran medida a un BOT.

- De acuerdo al modelo DBFO (Design, Build, Finance, Operate) el Estado define los servicios que quiere obtener y entonces el sector privado diseña, construye, financia su construcción, y opera el activo. A diferencia del BOT el inversor privado no ha de transferir el activo al Estado.

Una variación del DBFO es el modelo DCMF (Design, Construct, Manage, Finance) en que el sector privado asume además la responsabilidad de gestión. Este modelo es habitual en el caso de prisiones y hospitales.

Los diferentes tipos de contratos PPP pueden clasificarse en tres modalidades principales de acuerdo a la clasificación de PPP realizada por el Fondo Monetario Internacional ("Public-Private Partnerships", 2004):

- **Activos de nueva construcción (greenfield) sin reversión posterior al Gobierno:** en este tipo de contratos el inversor privado diseña, construye y opera un activo sin tener la obligación de finalmente transferir su propiedad al Gobierno.
- **Activos existentes (brownfield) del Gobierno que son adquiridos y operados por el inversor privado:** en estos contratos el inversor privado compra o alquila un activo existente del Gobierno, y posteriormente lo renueva o expande, y opera el activo sin tener la obligación de finalmente transferir su propiedad al Gobierno.
- **Activos de nueva construcción (greenfield) que tras ser construidos y operados por el inversor privado son transferidos finalmente al Gobierno:** en estos contratos el inversor privado construye y opera un activo por un período de tiempo determinado, y finalmente vuelve a transferir el activo al Gobierno.

Dentro de estas modalidades existen diferentes tipos de contratos PPP dependiendo de las funciones de las que se responsabiliza el inversor privado, como son: diseño, construcción o rehabilitación, financiación, mantenimiento, gestión u operación (IBRD, 2012).

En el siguiente cuadro se muestra las tres modalidades de PPP y algunos de los diferentes tipos de PPP de cada modalidad:

Tabla 1. Modalidades y Tipos de Contratos PPP

Modalidades	Tipos de PPP
I. El sector privado diseña, construye, posee, desarrolla, opera y gestiona un activo; sin tener la obligación de transferir su propiedad al Gobierno.	Build-Own Operate (BOO)
	Build-Develop-Operate (BDO)
	Design-Construct-Manage-Finance (DCMF)
	Design-Build-Finance-Operate (DBFO)
II. El sector privado compra o alquila un activo existente del Gobierno, y lo renueva, moderniza o expande, y opera el activo; sin tener la obligación de transferir su propiedad al Gobierno.	Buy-Build-Operate (BBO)
	Lease-Develop-Operate (LDO)
	Wrap-Around-Addition (WAA)
III. El sector privado diseña y construye un activo y lo opera; y lo transfiere al Gobierno al final del período del contrato o en una fecha preestablecida.	Build-Operate-Transfer (BOT)
	Build-Own-Operate-Transfer (BOOT)
	Build-Lease-Operate-Transfer (BLOT)
	Build-Rent-Own-Transfer (BROT)
	Build-Transfer-Operate (BTO)

Fuente: Public-Private Partnerships (2004), International Monetary Fund.

Diversos estudios como el realizado por Chen, B., y Chiu, S. (2010) o De Bettignies, J. E., y Ross, T. (2009), evalúan cuál sería la agrupación de tareas óptimas de un PPP (ejemplo agrupar o no las tareas de construcción y operación) en base a si la innovación en la fase de construcción tiene o no impacto en el coste de operación.

Atendiendo a las fuentes de ingresos de los proyectos PPP, estos pueden clasificarse como:

- **Proyectos PPP autofinanciables:** son proyectos que se sufragan completamente con las tarifas de los usuarios sin que existan compromisos de pago de la autoridad pública concedente. Por ejemplo: autopistas de peaje explícito, terminales portuarias o aeropuertos.
- **Proyectos PPP con financiación pública:** son proyectos que se sufragan enteramente mediante pagos del Gobierno. Por ejemplo: carreteras con peaje en sombra, concesiones de hospitales o colegios públicos.
- **Proyectos PPP con financiación mixta:** son proyectos que se sufragan en una parte mediante tarifas de los usuarios y en otra parte mediante pagos del Gobierno. Por ejemplo: concesiones de metro o ferrocarril.

2.2.3. CREACIÓN DE VALOR DE LOS PPP

Justificación de los PPP

A diferencia de la inversión pública directa tradicional como los contratos de servicio público (CSP), en las Colaboraciones Público Privadas (o PPP Public-Private-Partnerships) es el sector privado el que tiene las responsabilidades de diseñar, construir, financiar y operar el activo.

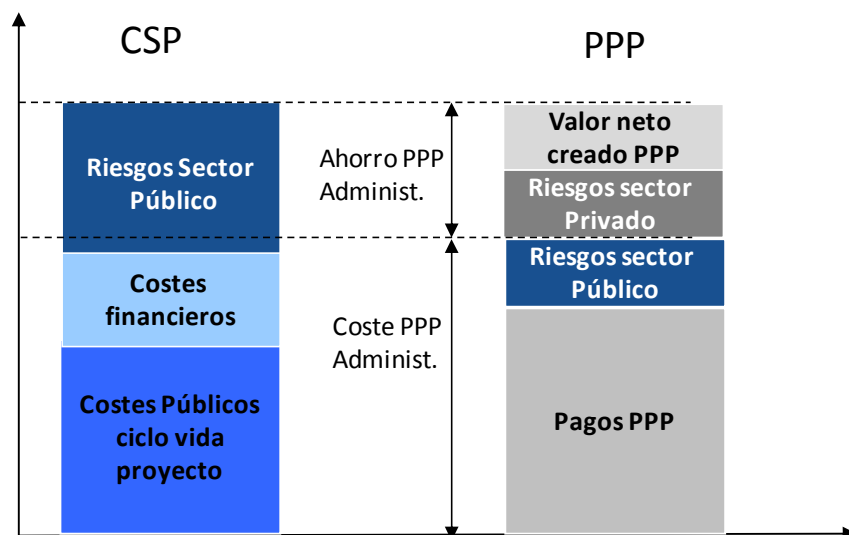
La justificación de los PPP se basa principalmente en la creencia de que el sector privado es más eficiente que el sector público en la gestión de los activos. Además al asumir el operador privado el riesgo de sobrecoste de la inversión y de retraso del inicio de la actividad, los incentivos del operador de cumplir con el presupuesto y plazo de entrega son mucho mayores que en el caso de la contratación tradicional.

La Administración puede obtener un doble beneficio en la implantación de un PPP con respecto a la contratación tradicional:

- Por un lado los pagos totales a realizar en un PPP pueden ser inferiores a los costes con una gestión pública durante todo el ciclo de vida del proyecto.
- Por otro lado los riesgos soportados por el sector público son muy inferiores en el caso de la utilización de los PPPs .

Un proyecto PPP crea valor cuando tiene un coste total inferior al coste de implantar un Contrato de Servicio Público (CSP).

Figura 3. Creación de valor de un proyecto PPP



Fuente: Adaptación propia

El enfoque de Value for Money en la evaluación de PPPs

El “Value for Money” es una metodología empleada por Autoridades Públicas con el fin de evaluar en qué circunstancias un proyecto es más ventajoso llevarlo a cabo a través de un PPP en vez de mediante un contrato de servicio público directo tradicional (HM Treasury, 2006), así como determinar bajo qué condiciones debería llevarse a cabo el proyecto.

La metodología “Value for Money” es utilizada como un proceso formal en la evaluación de los proyectos PPP por las autoridades públicas de un número relevante de países como el Reino Unido, Países Bajos, Alemania, Francia o Corea (Burger P. y Hawkesworth I., 2011).

El objetivo de la metodología “Value for Money” es determinar qué proyectos han de realizarse mediante un PPP, y asegurarse que el contrato PPP es equilibrado para las dos partes. La aplicación de la metodología Value for Money depende de cada proyecto en concreto, aunque existen algunas pautas comunes a seguir como son:

- **Reparto óptimo de los riesgos entre las partes:** los riesgos se deben asignar a la parte que está en mejor situación de poder manejar y minimizar esos riesgos.
- **Considerar los costes durante toda la vida del proyecto:** considerar los costes totales a lo largo del proyecto en vez de fijarse únicamente en los costes iniciales de implantación.
- **Tiempo de implantación del proyecto:** evaluar el tiempo que tardaría el proyecto en realizarse a cabo y su entrada en operación.
- **Establecer incentivos para alcanzar los objetivos del proyecto:** estructurar el contrato para que el operador deba completar el proyecto en plazo, coste y performance; estableciendo penalizaciones y/o bonificaciones al operador.
- **Diseñar mecanismos que permitan disponer de la suficiente flexibilidad:** establecer mecanismos que permitan que haya cambios con respecto a los requerimientos iniciales a lo largo de toda la vida del proyecto.
- **Definir un sistema de medición del desempeño del operador:** determinar medidas objetivas que permitan evaluar el desempeño del operador en la prestación del servicio.
- **Asegurarse de la existencia de habilidades suficientes tanto en el sector público como el privado:** tanto el sector público como el privado han de mostrar que cuentan con la capacidad suficiente para manejar el proyecto de forma exitosa.

Para la implantación de la metodología “Value for Money” es importante el establecimiento de Centros de PPP nacionales, que impulsen mejoras en los procedimientos de contratación y en la legislación de los PPP (PriceWaterhouseCoopers, 2005).

2.2.4. TRATAMIENTO CONTABLE Y FISCAL SEGÚN EL TIPO DE PPP

Conforme a la modalidad de contrato PPP hay diferencias significativas en el tratamiento contable y fiscal del proyecto, tanto en lo referente del Concedente Público como del Operador Privado.

Tratamiento contable y fiscal para el Operador Privado según el tipo de PPP

La inversión realizada por el Operador privado tiene un tratamiento contable diferente de acuerdo a las normas internacionales de contabilidad dependiendo de:

- El Operador no tiene la obligación de transferir el activo al Concedente (modalidades I y II de PPP).
- El Operador tiene la obligación de transferir el activo al Concedente (modalidad III de PPP).

En el caso de que el Operador no tenga la obligación de transferir el activo al Concedente la inversión del Concesionario se contabiliza como activos materiales.

En el caso de que el Operador tenga que transferir el activo al Concedente (como los del tipo BOT) se aplica la norma IFRIC 12. Los puntos que determinan si los acuerdos público-privados están dentro del alcance de la interpretación IFRIC 12 son los siguientes (Ramírez A., 2009):

- La parte que concede el acuerdo de concesión (el concedente) es una entidad del sector público.
- El operador es responsable de al menos algún servicio de gestión de la infraestructura, pudiendo hacerse cargo de otros servicios relacionados con la misma.
- El contrato fija los precios iniciales a cargar por el operador y regula sus revisiones a lo largo del período del acuerdo de concesión.
- El operador está obligado a devolver o revertir la infraestructura al concedente según las condiciones especificadas al finalizar el período del acuerdo, con independencia de la parte que la financió inicialmente.

Los contratos PPP en que es el usuario el que paga la infraestructura (ejemplo, autopistas de peaje) se contabilizan como un activo intangible, mientras que los contratos PPP en que los ingresos del operador provienen de los pagos del Concedente (ejemplo, un colegio) se contabilizan como un activo financiero.

Este diferente tratamiento contable de los contratos PPP dependiendo de sus características tiene sus efectos en el reconocimiento de los costes financieros, y de los ingresos y gastos, y por tanto en la determinación de la base imponible del impuesto de sociedades.

En la siguiente tabla se especifican las normas internacionales de contabilidad (NIC) aplicables dependiendo de si el activo se contabiliza como un activo intangible o un activo financiero.

Tabla 2. Tratamiento contable activo financiero – activo intangible

IFRIC núm. 12. Acuerdos de concesión de servicios públicos	
CUESTIONES	TRATAMIENTO CONTABLE
Reconocimiento de la infraestructura	Según el enfoque de control – Marco conceptual
Elección del modelo contable	Según el enfoque de la identidad del pagador: · Activo intangible si pagan los usuarios (NIC 38) · Activo financiero si paga el concedente (NIC 39)
Obligaciones contractuales	Según la NIC 37 Provisiones, activos contingentes y pasivos contingentes
Reconocimiento y valoración de ingresos	· Servicios de construcción y mejora, según la NIC 11 Contratos de construcción · Servicios de explotación, según la NIC 18 Ingresos
Costes financieros	Según NIC 23 Costes por intereses Para activo intangible se llevarán al balance: · Se estima fiablemente que se recuperarán · Cese cuando el activo esté en condiciones de uso Para activo financiero: · Costes financieros directamente a Pérdidas y Ganancias

Fuente: Ramírez, A. (2009). Modelos de la valoración de los acuerdos de concesión de infraestructuras: la interpretación número 12 de IASB.

Tratamiento contable para las Administraciones Públicas

El tratamiento contable de los PPP y su efecto en la contabilización del déficit y deuda pública tiene como efecto que la Administración pueda tener incentivos para preferir los PPP en lugar de la contratación pública tradicional.

Por ejemplo, en un PPP la deuda asociada a la inversión puede aparecer en el Balance del operador privado en lugar de figurar como Deuda Pública como sucedería en caso de un contrato público tradicional. En este caso, lo realmente relevante es determinar los compromisos de pago asumidos por la Administración y el reparto de riesgos en el contrato.

Los estados miembros de la Unión Europea han de elaborar sus cuentas anuales de acuerdo a un formato común denominado Sistema Europeo de Cuentas Económicas Integradas (anteriormente SEC-95 o ESA-95 y actualmente las normas contables de la Unión Europea han sido recientemente revisadas con la publicación en 2014 del manual ESA 2010). Estas cuentas son preparadas por los estados miembros y enviadas a Eurostat. Las normas de contabilización de las inversiones en infraestructuras y los PPP están incluidas en el apartado VI “Leases, licences and concessions” del “Manual on government deficit and debt. Implementation of ESA 2010” (Eurostat, 2014).

El tratamiento en contabilidad nacional de los PPP dependerá de, conforme a las condiciones fijadas en el contrato, que se determine si se trata de una inversión pública donde es la Administración la que asume los riesgos y beneficios de la infraestructura, o de si es una inversión privada donde los riesgos y los beneficios los asume el operador privado.

Los efectos de que se contabilicen como una inversión pública o privada son (Pérez, J.A., 2009):

- En el caso de que se contabilice como una inversión pública será la Administración el titular de la infraestructura, y la infraestructura se reflejará en las cuentas de la Administración y su efecto en el déficit. La financiación del gasto se registrará como un préstamo que se imputará en la cuenta financiera. Los pagos que efectúe la Administración al operador privado se considerará una parte como devolución del principal del préstamo y otra parte como intereses.
- Si se contabiliza la inversión como una inversión privada, la infraestructura estará en el balance del operador privado durante el período de explotación. Los pagos anuales que efectúe la Administración al operador privado se contabilizarán como un gasto con su correspondiente efecto en el déficit público.

Los criterios para clasificar si un contrato PPP es una inversión pública o una inversión privada depende de la transferencia de riesgos. Si la mayoría de los riesgos del proyecto han sido transferidos al operador privado los activos del PPP está fuera del balance del sector público. De acuerdo al SEC 2010, la mayoría del riesgo es transferido al operador privado cuando asume el riesgo de construcción y el riesgo de disponibilidad o el de demanda (EPEC, 2010). La definición de esos riesgos por Eurostat es:

- **Riesgo de Construcción:** está relacionado con eventos como retrasos en la entrega, no cumplimiento de estándares, sobrecostes, deficiencias técnicas y factores externos (riesgos medioambientales). Se considera que el Gobierno asume la mayoría del riesgo de construcción cuando de forma sistemática cubre la mayoría de los costes adicionales incurridos, o ha de realizar pagos como consecuencia de defectos en la gestión de la construcción del operador privado.
- **Riesgo de Disponibilidad:** está relacionado con la prestación del servicio y el correcto funcionamiento de la infraestructura durante la operación. Se considera que el Gobierno asume la mayoría del riesgo de disponibilidad cuando el contrato PPP no contempla mecanismos automáticos que incluya penalizaciones relevantes al operador privado por incumplimientos, y/o cuando tales penalizaciones no son sistemáticamente aplicadas.
- **Riesgo de Demanda:** está relacionado con la variabilidad de la demanda para un determinado servicio, como el número de vehículos (mayores o menores a los previstos cuando el contrato PPP se firmó). Se considera que hay riesgo de demanda cuando existe una variabilidad de la demanda sin que esté relacionado con una mala prestación del servicio por el operador privado, sino que sea debida a otras causas como ciclos económicos, nuevas tendencias del mercado, cambios en las preferencias de los usuarios u obsolescencia tecnológica. Se considera que el Gobierno asume la mayoría del riesgo de demanda cuando está obligado a realizar un determinado nivel de pagos al operador privado con independencia del nivel de demanda (por ejemplo, garantías del Gobierno al operador de una demanda mínima o un ingreso mínimo).

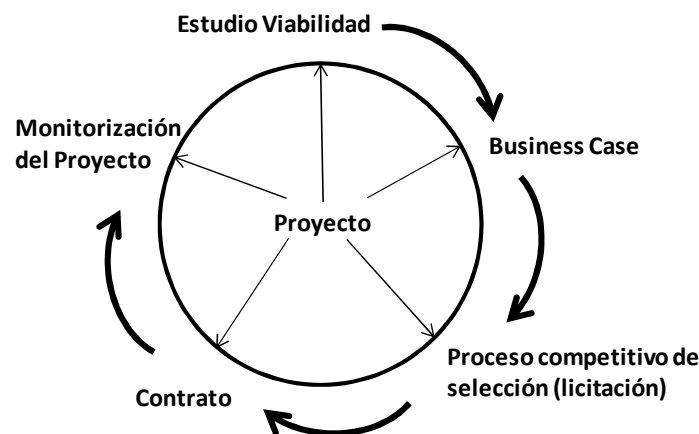
2.3. AGENTES INVOLUCRADOS EN EL PROYECTO

2.3.1. ENTIDAD CONCEDENTE

La Entidad Concedente en un PPP es una Administración Pública o una Empresa Pública que en base a sus competencias tiene la facultad de lanzar y contratar el proyecto mediante un PPP.

Las funciones de la Entidad Concedente en un PPP van desde la elaboración del estudio de viabilidad del proyecto, la definición del Business Case o de los parámetros del negocio del proyecto, el lanzamiento de la licitación y proceso de selección, la firma del contrato y la monitorización posterior del proyecto (Farrugia et al., 2008)

Figura 4. Roles de la Entidad Concedente en un PPP



Fuente: Farrugia C. et al. (2008). "Public-Private Partnership Agencies: A global perspective"

Además de la relación contractual con el operador privado, el Gobierno tiene otras funciones fundamentales para el correcto funcionamiento de los PPP (Estache A., Ellis J., y Trujillo, L., 2007).

- **Garantías:** determinados proyectos de infraestructura pueden contar con el apoyo del Gobierno mediante garantías otorgadas al operador y/o a los financiadores. Ejemplos de garantías son: demanda mínima garantizada, préstamos subordinados, garantías a los prestamistas, o garantías de tipo de cambio. En ocasiones el Gobierno proporciona también financiación al proyecto en forma de capital o préstamos.
- **Regulación del Sector:** el Gobierno es responsable de implantar la legislación y el marco regulatorio mediante normas sectoriales específicas para los diferentes tipos de proyectos (ferrocarril, aeropuertos, carreteras, telecomunicaciones, energía,...).
- **Supervisión del cumplimiento de las obligaciones del contrato mediante organismos reguladores:** para el correcto funcionamiento de los contratos PPP es importante el establecimiento de organismos reguladores independientes, que controlen el cumplimiento de las obligaciones del contrato por todas las partes.

2.3.2. PROMOTOR O LICITADOR DEL PROYECTO

Habitualmente en un proceso de licitación de un proyecto se presentan varios Consorcios o Grupos Licitadores privados. El sponsor o promotor del proyecto es la empresa del Consorcio que lidera el proceso de licitación y preparación de la oferta, y la búsqueda de financiación. Generalmente el promotor es la empresa que tiene un mayor interés económico en el proyecto tanto en términos de facturación como en aportaciones de capital, y es quién asume la responsabilidad del proyecto tanto en la fase de construcción (empresas constructoras) como en la fase de operación (empresas concesionarias filiales de grupos constructores).

El Consorcio o Grupo Licitador suele estar compuesto por varias empresas (constructoras, ingenierías, proveedores de equipos) que cuentan con el apoyo de asesores externos (consultorías, asesores legales) para la elaboración de la oferta. Los Consorcios suelen estar formados habitualmente por empresas multinacionales, compañías locales, contratistas, operadores, proveedores y otras empresas (Comer B., 1996).

El promotor del proyecto es la empresa que lidera el Consorcio privado, organiza a las demás empresas y generalmente toma las principales decisiones en la elaboración de la oferta. Las funciones principales del Promotor/Licitador del proyecto son:

- **Identificación de la oportunidad:** el primer paso es identificar los proyectos PPP que van a ser licitados, y evaluar si encaja en la estrategia de negocio del licitador.
- **Análisis preliminar:** en esta fase se evalúa si merece la pena o no acudir al proceso de licitación del proyecto.
 - **Definición de la estrategia:** en esta fase se definen los objetivos del proyecto, se evalúan las oportunidades de éxito, y se hace un análisis de los principales riesgos del proyecto.
 - **Preparación de la ejecución del proyecto:** una vez tomada la decisión de querer licitar el proyecto, el siguiente paso es seleccionar los recursos necesarios para llevar a cabo el proceso de licitación: equipo de oferta interno, asesores externos (consultores de demanda, asesores legales,...), búsqueda de socios (empresas constructoras, tecnológicas,...) y potenciales financiadores (bancos, ECAs,...).
- **Estudio y preparación de la oferta:** en esta fase se lleva a cabo la negociación de las condiciones de los contratos principales del proyecto, y se elabora la oferta del grupo licitador.
 - **Negociaciones:** en esta fase se negocia con la Administración Concedente cambios en los pliegos de licitación, se negocia con los socios la participación de las empresas en el proyecto (acuerdo de accionistas), y se negocia con las entidades financieras las condiciones de financiación del proyecto (term sheet).
 - **Elaboración de la oferta:** en esta fase se llevan a cabo los estudios necesarios para elaborar la oferta del Consorcio. Las ofertas se componen habitualmente de:
 - **Oferta técnica:** realización del estudio de demanda (proyecciones de tráfico), del estudio de ingeniería (importe de la inversión, riesgos de construcción,

costes de expropiaciones, costes de operación y mantenimiento) y del análisis medioambiental.

- **Oferta económica:** realización del Plan Económico Financiero del proyecto (incluyendo estimación de ingresos, CAPEX y OPEX, análisis fiscal y contable), elaboración del modelo financiero y definición de la estructura financiera del proyecto conforme a los acuerdos de financiación.
- **Documentación administrativa:** preparación de la documentación legal y administrativa (escrituras, poderes,...) del proyecto.

Figura 5. Funciones del Promotor/Licitador del Proyecto



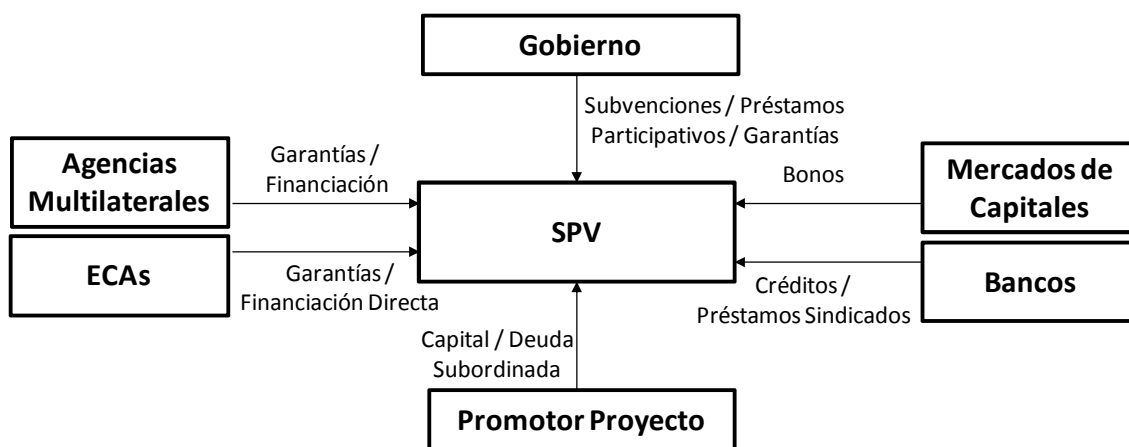
Fuente: Adaptación propia

2.3.3. ENTIDADES FINANCIADORAS

Los proyectos de infraestructuras conllevan un importante valor de inversión y de necesidades de financiación. El carácter de servicio público de estos proyectos hace que cuenten con un alto nivel de soporte de las administraciones públicas y de organismos multilaterales para su financiación y desarrollo. Su estatus de contrato público incentiva además que las entidades financieras privadas estén dispuestas a financiar estos proyectos, ya que directa o implícitamente cuentan con el respaldo del Estado.

En el siguiente cuadro se resumen las principales opciones de financiación de contratos PPP:

Figura 6. Opciones de Financiación contratos PPP



Fuente: Adaptación propia

- **Gobierno:** los gobiernos pueden otorgar apoyo financiero a los proyectos a través de diversos instrumentos: subvenciones al capital o a la explotación, préstamos participativos, financiación contingente, o mediante otorgamiento de garantías a los prestamistas (ejemplo, responsabilidad patrimonial de la administración) o al operador (ejemplo, demanda mínima garantizada o ingreso mínimo garantizado).
- **Promotor del Proyecto:** el promotor del proyecto junto con sus otros socios del Consorcio Licitador proveen financiación a la sociedad vehículo del proyecto bien a través de capital o a través de deuda subordinada de accionistas. Para proveer esta financiación al proyecto, las empresas del Consorcio frecuentemente solicitan préstamos con garantías corporativas a bancos comerciales.
- **Bancos comerciales:** la fuente principal de financiación en la mayoría de proyectos PPP de infraestructuras en Europa son préstamos sindicados otorgados por un grupo de entidades financieras. Los principales tipos de préstamos que otorgan las entidades financieras son: financiación sin recurso a largo plazo mediante préstamos sindicados,

préstamos puente con garantías corporativas durante el período de construcción, líneas de crédito IVA o líneas de crédito circulante.

- **Mercados de capitales:** en determinados países principalmente de Latinoamérica y Asia, es muy común la emisión de bonos proyecto para financiar el desarrollo de infraestructuras. Estos bonos proyecto suelen ser comprados por fondos de pensiones, fondos de inversiones, y otros inversores a largo plazo.
- **Agencias Multilaterales:** las agencias multilaterales promueven el desarrollo y la ayuda de los países receptores mediante donaciones o préstamos financieros, o el asesoramiento a las administraciones públicas. Dentro de esa función proporcionan apoyo financiero mediante préstamos o el otorgamiento de garantías, para el desarrollo de proyectos de infraestructuras.
Diversas agencias multilaterales son Banco Mundial (BIRF y MIGA), Banco Europeo para la Reconstrucción y el Desarrollo, Banco Europeo de Inversiones, Banco Interamericano de Desarrollo, Corporación Andina de Fomento, Banco Asiático de Desarrollo o Banco Africano de Desarrollo.
- **ECAs (Export Credit Agencies):** las ECAs proveen líneas de aseguramiento de cobro, seguros a las exportaciones y garantías a las entidades financieras sobre créditos o avales. En España existen diversas entidades públicas (CESCE, COFIDES, ICEX o ICO) que cuentan con diversos instrumentos de apoyo financiero a las exportaciones e internacionalización de las empresas españolas.

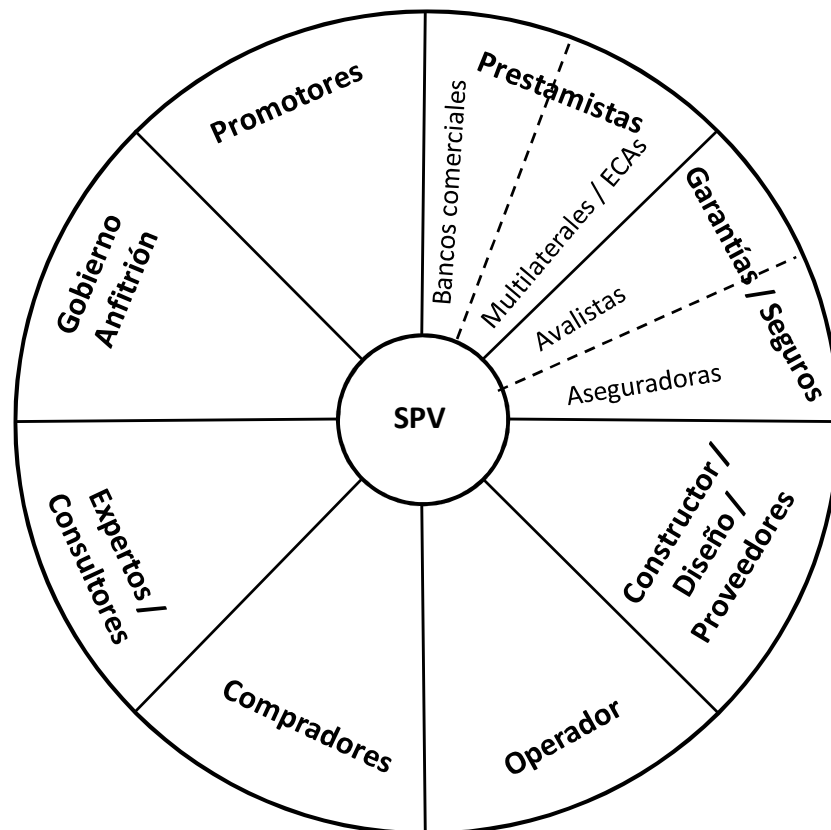
2.3.4. OTROS AGENTES

En los proyectos de infraestructuras participan un gran número de agentes diferentes que son clave para la ejecución del proyecto. Estos agentes tienen funciones diferentes como son: avalistas, compañías de seguros, empresas constructoras, empresas operadoras o asesores.

El papel de los diversos agentes (o stakeholders) tiene un impacto relevante en el desarrollo y en la experiencia a nivel global de proyectos PPP de infraestructuras (Graeme, A.H., Carsten, G. y Boardman, A.E., 2010).

En el siguiente cuadro se resumen los agentes principales que participan en un contrato PPP:

Figura 7. Agentes principales en un PPP



Fuente: Denton Wilde Sapte (2004). "A guide to Project Finance".

- **Gobierno anfitrión:** es el gobierno del país en el cuál se lleva a cabo el proyecto. Los roles del Gobierno Anfitrión dependen del proyecto y van desde una función de regulador que otorga los permisos para el desarrollo del proyecto, a en algunos casos ser el comprador del output del proyecto, o financiar parte del proyecto bien como accionista o prestamista, o bien el apoyar la financiación mediante el otorgamiento de garantías a los prestamistas.
- **Promotores:** los promotores son la o las empresas que lideran el Consorcio que se presenta a la licitación del proyecto, y que son accionistas de la empresa adjudicataria. Estas empresas suelen estar vinculadas con diferentes actividades de proyecto como son la construcción, la provisión de equipos, la operación o el mantenimiento.
- **Prestamistas:** los prestamistas son todas aquellas entidades que proporcionan financiación en forma de deuda al proyecto. En este grupo entran los bancos comerciales, los mercados de capitales, los organismos multilaterales y las ECAs.
- **Avalistas:** el Consorcio ha de presentar a la entidad Concedente unas garantías o avales sobre la seriedad de la oferta ("Bid Bond"), buena ejecución del proyecto ("Performance

Bond”) y anticipo (“Advance Payment Bond”). Estas garantías dependiendo del país pueden ser emitidas por entidades financieras o compañías de seguros.

- **Aseguradoras:** las aseguradoras proveen los seguros al proyecto. Habitualmente el Consorcio contrata un Broker de Seguros que negocia con un panel de aseguradoras locales y reaseguradoras internacionales el programa de seguros del proyecto. Los seguros más habituales son: seguro todo riesgo construcción o daños materiales (“CAR”), seguro responsabilidad civil, seguro de transporte (“Marine” y “DSU”), seguro terrorismo, seguro pérdida anticipada de beneficios (ALOP) y Pérdida de Beneficios en Operación (“Business Interruption”).
- **Constructor:** en los proyectos de infraestructuras el Contratista es un agente clave especialmente en la fase de construcción. El contratista es habitualmente responsable del diseño, aprovisionamiento, construcción y pruebas (o “commission”) del proyecto, asumiendo la responsabilidad de terminar el proyecto en el plazo previsto. El promotor suele exigir firmar con el Contratista un contrato llave en mano con precios y plazos cerrados (“lump sum”), y con condiciones “back-to-back” respecto a cambios en las especificaciones del proyecto por parte del cliente. Estos contratos de construcción se suelen denominar EPC (“Engineering, Procurement and Construction”) o “Turnkey”. La diferencia entre ambos es que en un contrato “EPC” el promotor proporciona la ingeniería básica y el contratista es responsable de la ingeniería de detalle, y en un contrato “Turnkey” el promotor proporciona unas especificaciones técnicas y el contratista es responsable de la ingeniería básica y de detalle. En muchas ocasiones el Promotor del proyecto es una empresa constructora que es a la vez el contratista del proyecto.
- **Diseño:** las empresas de ingeniería son responsables de elaborar el diseño de construcción. Para evitar que existan “gaps” de responsabilidad entre el diseño y la construcción, los promotores y prestamistas del proyecto suelen exigir que la responsabilidad del diseño quede integrada dentro del contrato de construcción.
- **Proveedores:** son compañías que proveen bienes esenciales o servicios en relación con el proyecto durante la fase de construcción u operación. Por ejemplo fabricantes de material rodante en proyectos ferroviarios, proveedores de combustible en una planta de generación, No en todos los proyectos el promotor puede conseguir contratos de suministros a largo plazo, con lo que tanto el promotor como los prestamistas han de asumir en esos casos un riesgo de mercado de conseguir los insumos a un precio, calidad y cantidad adecuados.
- **Operador:** una vez completada la fase de construcción una empresa independiente actúa como operador en la fase de explotación. El operador es una empresa especializada en gestión de infraestructuras (or “facilities management”) y es responsable de asegurar el correcto funcionamiento de la operación y el mantenimiento

de la infraestructura de acuerdo con los requisitos del cliente y del promotor. Debido a la importancia del Operador en el proyecto, los prestamistas exigen al Promotor conocer de antemano quién será la empresa operadora y si cuenta con un balance sólido y un “track record” exitoso de proyectos similares.

Generalmente el contratista y el operador son compañías diferentes ya que se requieren habilidades distintas. En ocasiones el Promotor del proyecto es también la empresa operadora del proyecto.

- **Compradores:** en algunos proyectos especialmente de energía, en los que el output del proyecto (ejemplo, producción de gas) no es vendido al público en general, el promotor del proyecto suele contratar de antemano con un comprador determinado un contrato a largo plazo para la venta de la producción del output. En estos casos, el comprador es un agente clave en el proyecto.
- **Expertos / Consultores:** en un proyecto suelen participar como asesores empresas de ingeniería y consultoría, asesores financieros y contables, expertos legales; con el fin de que desde su ámbito de especialidad asesoren al Consorcio sobre el proyecto. Además los prestamistas suelen frecuentemente exigir como condición para financiar el proyecto realizar una due-diligence. Para esta due-diligence los prestamistas seleccionan empresas de consultoría, ingeniería o asesoramiento legal, fiscal o contable con el fin de que les asesoren sobre determinados asuntos del proyecto (ejemplo, proyecciones de demanda, impacto medioambiental, plan de construcción e importe CAPEX y OPEX, revisión del modelo financiero o de los contratos o seguros). El coste de esta due-diligence es sufragada por el promotor del proyecto.
- **Stakeholders:** los stakeholders (o parte interesada) son grupos de personas o entidades que tienen un interés en el proyecto o que se ven afectados por él. En el caso de una autopista, un municipio en el área de influencia de la autopista o los potenciales usuarios de esa autopista podrían ser considerados como stakeholders del proyecto. En ocasiones, la actitud de los stakeholders es clave para el éxito de un proyecto (ejemplo, que un vecindario quiera o no una determinada infraestructura). La definición y el rol de los stakeholders depende de cada proyecto en cuestión.

2.4. DEFINICIÓN DEL PLAN DE NEGOCIO

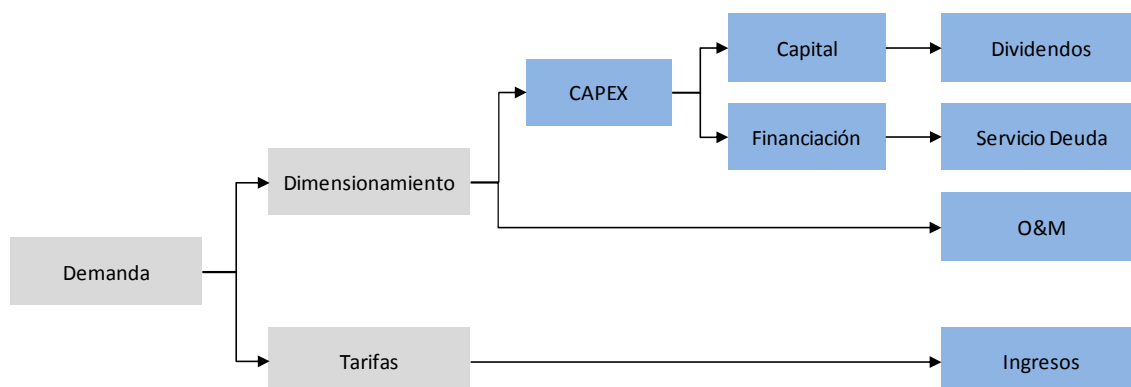
2.4.1. DEMANDA

La Demanda de una Infraestructura es la razón principal por la que se lleva a cabo la Infraestructura. Independientemente del modelo de ingresos del Concesionario (pagos por el Estado o pagos directos de los usuarios) la razón por la que se lleva a cabo un proyecto de infraestructura es por la utilización que realizan de ella los usuarios.

Por eso, el punto de partida de cualquier estudio de una infraestructura es realizar un estudio de demanda de la misma. En base al estudio de demanda se realiza el dimensionamiento de la infraestructura, y a partir de ese dimensionamiento se realiza el estudio técnico y la estimación de la inversión y los costes de operación y mantenimiento.

En el siguiente cuadro se muestran los efectos del estudio de demanda en los parámetros clave de un proyecto de infraestructuras. La Demanda determina el dimensionamiento de la infraestructura, y a través de ese dimensionamiento condiciona el CAPEX y la estructura financiera del proyecto y los gastos de operación y mantenimiento. Por otro lado la Demanda junto con las tarifas determina los ingresos de la infraestructura.

Figura 8. Efectos de la Demanda en los parámetros clave de una infraestructura



Fuente: Elaboración Propia

Algunas cuestiones principales referente a la Demanda en los proyectos de Infraestructuras son:

- Estimaciones de demanda
- Rentabilidad exigida y riesgo de demanda
- Asignación del riesgo de demanda

Estimaciones de demanda

Los estudios de demanda son específicos para cada tipo de infraestructura y cada proyecto. Un estudio de demanda para un aeropuerto, un puerto, una autopista o una red de transporte urbano son completamente diferentes. También existen importantes diferencias para un mismo tipo de infraestructura dependiendo de diversos factores como tipo de ciudad o hábitos de movilidad.

Existen programas específicos especializados para transporte terrestre y urbano como TransCAD que combinan sistemas SIG (Sistema de Información Geográfica) con sistemas de modelización de transporte:

- Modelización de las Redes de transporte: Las redes de transporte son estructuras que ordenan los flujos dentro de un territorio.
- Estimación de las Matrices de viajes: Las Matrices contienen información como distancias, tiempos de viaje o flujos de origen-destino.
- Modelización de Rutas: Las Rutas indican los trayectos realizados por camiones, ferrocarril, coches, autobuses o individuos.
- Referencias lineales: Cálculo de distancias entre diferentes puntos y otra información.

Los estudios de Demanda suelen tener dos etapas diferenciadas:

- Estimación de la demanda inicial que suele incluir un período de ramp-up hasta llegar al nivel de maduración.
- Estimación de la evolución de la demanda a lo largo del tiempo.

La estimación de la demanda inicial depende de la movilidad actual y de las características de la nueva infraestructura. Los elementos principales que se tienen en cuenta para estimar la demanda de una nueva infraestructura de transporte terrestre son:

- Generación/atracción de viajes
- Distribución de viajes entre las redes de transporte
- Asignación de viajes por itinerarios
- Asignación modal de los viajes

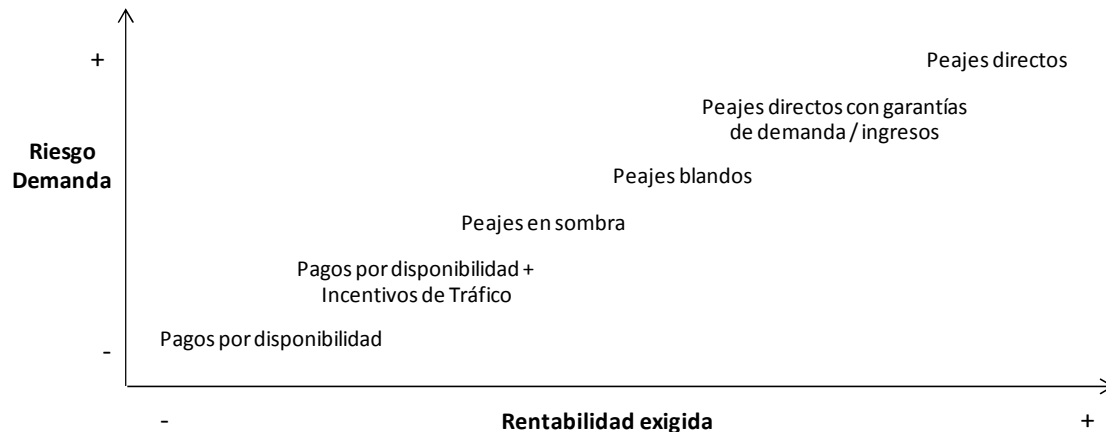
La estimación de la evolución de la demanda suele fijarse cómo unos porcentajes de crecimiento anuales en base a diversos parámetros como el PIB, el crecimiento del comercio exterior, el crecimiento de la población, etc.

Diversos estudios han demostrado que existe una correlación entre la demanda de movilidad y el crecimiento del PIB (Krüger, N. A., 2012). Como consecuencia muchos estudios de demanda estiman el crecimiento futuro de la demanda de una infraestructura en función de las previsiones de crecimiento del PIB de esa región.

Rentabilidad exigida y Riesgo de demanda

El nivel de rentabilidad exigido por los inversores privados de un proyecto PPP está en función del nivel de riesgo soportado. En el siguiente gráfico se muestran los diferentes sistemas de pago en infraestructuras viales, en función del nivel de riesgo de demanda asumido por el inversor privado y el nivel de rentabilidad exigido:

Figura 9. Rentabilidad exigida y riesgo demanda



Fuente: Elaboración Propia

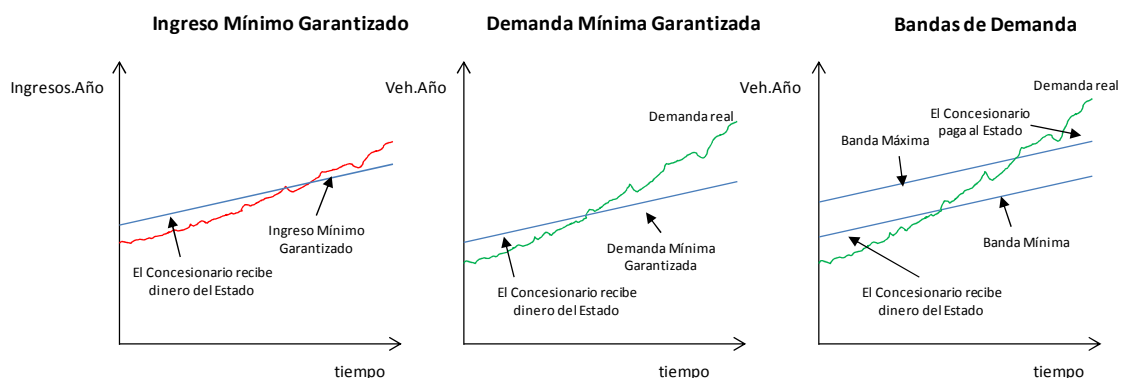
- **Pagos por disponibilidad:** Mediante este sistema el Concesionario privado construye, financia y explota una infraestructura y a cambio, el Concesionario recibe del Estado unos pagos periódicos en función de niveles de disponibilidad y calidad de la infraestructura. En los pagos por disponibilidad el Concesionario no soporta ningún riesgo de demanda ya que los pagos no están en función del nivel de uso de la infraestructura, aunque sigue teniendo el Concesionario riesgo de explotación.
- **Pagos por disponibilidad más incentivos de tráfico:** El Concesionario además de los pagos por disponibilidad recibe una cantidad adicional en función del volumen de tráfico, con lo que se incentiva que el Concesionario estimule el crecimiento de tráfico. Estos pagos suelen ser una cantidad por vehículo o un porcentaje de los ingresos.
- **Peajes en sombra:** Mediante este sistema el usuario no paga al Concesionario, sino que es el Estado el que paga directamente al Concesionario periódicamente una cantidad en función del uso real de la infraestructura. Con lo que el Concesionario soporta un cierto riesgo de demanda aunque menor que en los peajes directos.

La diferencia principal entre los pagos por disponibilidad y los peajes en sombra es que el Concesionario en los peajes en sombra no recibe una retribución fija, sino que su nivel de retribución está en función del nivel de utilización por los usuarios de la infraestructura.

En los peajes en sombra el Concesionario suele tener penalizaciones que se deducen de los pagos a realizar por el Estado en función de determinados estándares de calidad, seguridad o disponibilidad.

- **Peajes blandos:** Este esquema combina los peajes en sombra con los peajes directos. Mediante este esquema el usuario paga un precio inferior al que sería requerido por el Concesionario ("peaje blando") y la diferencia es pagada al Concesionario por el Estado. Con este sistema el Concesionario asume un riesgo de demanda mayor que en el peaje en sombra pero menor que en los peajes directos.
- **Peajes directos con garantías de demanda / ingresos:** En los peajes directos es el usuario el que paga por el uso de la vía. Las garantías de ingresos o de demanda limitan el riesgo de demanda del Concesionario. Los sistemas más habituales son:
 - **Ingreso Mínimo Garantizado:** Mediante este sistema el Concesionario tiene asegurado un ingreso mínimo garantizado por el Estado. Este ingreso mínimo puede ser un valor anual constante o un valor creciente con el tiempo. El nivel del ingreso mínimo garantizado se suele fijar con el objetivo de cubrir el pago del servicio de deuda de los prestamistas, y facilitar la financiación del proyecto.
 - **Demanda Mínima Garantizada:** El Estado garantiza al Concesionario una demanda mínima. Si la demanda real es inferior al nivel de demanda garantizado, el Estado paga al Concesionario una compensación por los usuarios que estén por debajo del nivel garantizado. Al estar esa compensación fijada por el Contrato, el sistema de demanda mínima garantizada funciona de una forma similar al ingreso mínimo garantizado. La demanda mínima puede ser constante o creciente con el tiempo.
 - **Bandas de Demanda:** Mediante este sistema el Estado garantiza una demanda mínima al Concesionario, pero a cambio de limitar el riesgo de demanda el Concesionario ha de pagar al Estado si la demanda real supera un determinado umbral máximo. Este pago puede ser la totalidad de los ingresos por encima de la banda máxima o un determinado porcentaje que suele ser un 50%.

Figura 10. Sistemas de garantías de ingresos y demanda



Fuente: Elaboración Propia

- **Peajes directos:** Mediante este sistema los usuarios pagan un peaje al Concesionario, siendo esta la única fuente de ingresos del Concesionario. En los peajes directos sin garantías de ingresos o demanda mínimos, el Concesionario asume todo el riesgo de demanda del proyecto y por tanto suele exigir un nivel de rentabilidad superior a otros esquemas de concesión.

Asignación del Riesgo de Demanda

La asignación del Riesgo de Demanda a la Administración Concedente o al Concesionario privado es una de las cuestiones principales en el diseño de un PPP, ya que la correcta asignación del riesgo es clave para atraer la inversión del sector privado y especialmente la financiación del sector financiero.

Las garantías de demanda o ingresos mínimos por parte del Gobierno reducen el riesgo de ingresos del Concesionario. En esa situación, estudios como el de Engel et al. (2013), concluyen que la duración óptima del contrato PPP debería ser menor cuando hay garantías de ingresos.

Algunos estudios muestran que cuando el riesgo de demanda es asumido por la Administración Pública más ciudadanos pueden acceder al servicio pero en cambio el operador tiene menos incentivos para innovar y ofrecer un servicio de calidad (De Brux, J. y Desrieux, C., 2012). Como medida alternativa para incentivar al Concesionario ofrecer un servicio de calidad es establecer en el contrato de concesión penalizaciones al Concesionario en función de una serie de parámetros (puntualidad servicios, número de averías, interrupciones del servicio, etc.).

En general el riesgo de demanda de forma óptima ha de asignarse al operador privado cuando tiene un control alto sobre la demanda como es el ejemplo de las terminales portuarias o los aeropuertos. Sin embargo en aquellos casos en los que el operador privado tiene una influencia baja sobre la demanda como es el transporte urbano, lo óptimo es que el riesgo de demanda sea asumido por las Administraciones Públicas.

En el siguiente cuadro se muestra para diferentes infraestructuras el nivel de control sobre la demanda que tiene el operador privado, la asignación del riesgo de la demanda más habitual y diferentes medidas que la Administración suele adoptar para mitigar el riesgo de demanda.

Tabla 3. Control de la demanda, asignación riesgo demanda y medidas mitigadoras

Tipos de Infraestructuras	Control Demanda por el Operador	Asignación Riesgo Demanda	Medidas minoración riesgo demanda
Autopistas	Baja	Administración Pública / Operador	Garantías de Demanda-Ingresos / Pagos por Disponibilidad
Ferrocarril	Media / Baja	Administración Pública / Operador	Inversiones realizadas por el Estado
Transporte Urbano (Metros, Tranvías y Autobuses)	Muy Baja	Administración Pública	Tarifas a los usuarios subvencionadas
Estaciones Intermodales	Baja	Administración Pública / Operador	Préstamos Participativos o Subvenciones en la fase de Inversión
Aeropuertos	Alta	Operador	Préstamos Participativos o Subvenciones en la fase de Inversión
Puertos	Alta	Operador	Inversiones portuarias realizadas por la Autoridad Portuaria / Cánones variables

Fuente: Elaboración Propia

- **Autopistas:** El Operador de Autopistas tiene una influencia limitada sobre la demanda sobre todo en los casos en que la tarifa está completamente regulada sin posibilidad para el Concesionario de realizar políticas comerciales o cuando el pago del peaje es realizado por la Administración y no por el usuario. Recientemente se han implantado algunas medidas de gestión de demanda con la introducción de tarifas especiales, como abonos para usuarios frecuentes o descuentos subvencionados a residentes. Las medidas más efectivas para influir en la demanda de una autopista suelen darse en la fase de implantación de la autopista: a través del diseño de los accesos a la autopista, la señalización para los conductores en las carreteras de acceso primando la información de la autopista sobre otras vías, o dificultando el uso de las vías alternativas gratuitas. Cómo las Autopistas han sido durante muchos años una infraestructura auto-sostenible sin que necesitasen recursos públicos para su implantación, el riesgo de demanda ha sido generalmente asumido por el Operador Privado. En los últimos años sin embargo el incremento de los costes de construcción de infraestructuras ha sido muy superior al incremento de precios general de la economía. Eso ha provocado que incluso infraestructuras como las autopistas que en corredores con un alto nivel de tráfico eran anteriormente auto-sostenibles, precisen actualmente de apoyo público para su implantación. A raíz de esa necesidad de apoyo público, han surgido diferentes instrumentos que eliminan o minoran el riesgo de demanda cómo son las garantías de demanda o ingresos o pagos por disponibilidad.
- **Ferrocarril:** El Operador del Ferrocarril puede influir sobre la demanda a través de la fijación de las tarifas a los viajeros en función de los asientos disponibles (“yield management”) al igual que hacen otras industrias (aerolíneas y hoteles). Por esa razón es conveniente que el operador privado asuma al menos parcialmente el riesgo de demanda. Las infraestructuras de ferrocarril son deficitarias en todo el mundo, cubriendo los ingresos de operación en algunas líneas los costes de operación y mantenimiento. Por ese motivo en todos los países, es el Estado el que financia la construcción de las infraestructuras de ferrocarril bien cubriendo su coste en la fase de construcción o a través de pagos periódicos en la fase de explotación.
- **Transporte urbano (metros, tranvías y autobuses):** El Operador Privado tiene una influencia muy baja de poder influir sobre la demanda final de viajeros, ya que habitualmente no tiene potestad para decidir sobre las tarifas ni sobre la planificación de las redes de transporte público. Por lo que en el transporte urbano la opción óptima es que el riesgo de demanda sea asumido completamente por la Administración Pública. A esto se une el hecho de que el transporte urbano es deficitario y que opera con tarifas subvencionadas. Los metros y tranvías en todo el mundo son deficitarios y tienen tarifas subvencionadas, al igual que los autobuses urbanos en Europa. Únicamente en algunos países de Asia y Latinoamérica el transporte urbano por autobús no está subvencionado y es operado de forma privada, aunque con un nivel de servicio muy inferior a los estándares europeos.
- **Estaciones intermodales:** En las estaciones intermodales como los intercambiadores de autobuses y metro/ferrocarril, el Operador Privado tiene un bajo nivel de influencia

sobre la demanda final ya que el transporte de pasajeros es un sector muy regulado en que las Administraciones Públicas tienen las competencias de planificación.

El esquema de remuneración al operador privado suele provenir de un pago por el número de autobuses que utilizan la infraestructura o por el número de viajeros que utilizan el intercambiador. Los pagos por estos conceptos están regulados.

Gran parte del riesgo de demanda es generalmente asumido por la Administración Pública ya sea a través de financiar parte de la inversión o garantizando un volumen de servicios al Operador Privado.

- **Aeropuertos:** En los aeropuertos el Operador Privado tiene la capacidad de influir sobre la demanda final de pasajeros y aeronaves, ya que los tráficos son resultado - además de la actividad económica general - de los acuerdos alcanzados entre el operador del aeropuerto y las compañías aéreas. Por esa razón, lo óptimo es que el riesgo de demanda sea asumido por el Operador Privado.

En la promoción de los pocos aeropuertos privados en España, la medida adoptada por las Administraciones Públicas para minorar el riesgo de demanda ha sido la otorgación de préstamos participativos o de subvenciones de capital a la inversión. De este modo se disminuye el nivel de inversión a realizar por el Concesionario Privado y por tanto indirectamente su riesgo de demanda.

- **Puertos:** En las terminales portuarias el Operador Privado tiene un alto grado de influencia sobre la demanda final de carga y buques ya que los tráficos de la terminal son resultado - además de la actividad económica general - de los acuerdos alcanzados entre las terminales portuarias y las compañías navieras. Estos acuerdos incluyen precios y volúmenes de contenedores o carga. Por eso en las terminales portuarias, lo óptimo es que el riesgo de demanda permanezca en el Operador privado.

Aún permaneciendo el riesgo de demanda en las terminales portuarias, las Autoridades Portuarias de cada Puerto han establecido medidas para mitigar el riesgo de demanda de los operadores privados a través de dos vías:

- Que la Autoridad Portuaria lleva a cabo directamente contra su presupuesto una parte importante de la inversión portuaria. Por ejemplo realizando todas las obras marítimas del Puerto como los diques de abrigo, y realizando parte de las obras portuarias de las terminales como los muelles. De este modo la Autoridad Portuaria reduce el nivel de inversión a realizar por el operador privado y por tanto indirectamente reduciendo su nivel de riesgo de demanda.
- La Autoridad Portuaria cobra una parte importante de los cánones al Operador Privado como cánones variables en función del volumen de actividad (ejemplo, una tasa por TEU o por Tn de carga). Al ser estos gastos variables y no un gasto fijo, el Operador Privado ve disminuido su riesgo de demanda.

2.4.2. INVERSIÓN

Uno de los principales aspectos de un proyecto de infraestructuras es la inversión o CAPEX relativa a la fase de construcción de la obra.

Algunos de los aspectos principales referente a la inversión de la Obra:

- Presupuesto de la inversión
- Tipos de contratos de Construcción
- Gestión de la Obra
- Curva –S en Construcción
- Riesgos de Construcción
- Gestión de Riesgos
- Seguros de Construcción

Presupuesto de la Inversión

El presupuesto de una obra es el documento en que se cuantifican y valoran las unidades de obra necesarias para la realización del proyecto. Un presupuesto de una obra suele constar de tres partes:

- **Mediciones:** se cuantifican todas las unidades de obra necesarias a través de planos.
- **Cuadros de precios:** incluye el listado de todas las unidades de obra del proyecto con el precio unitario. Puede haber un cuadro de precios nº 1 con la valoración de las unidades de obra y un cuadro nº 2 con precios descompuestos en unidades menores.
- **Presupuesto general:** es la multiplicación de las unidades de obra por su precio y con ello se consigue el presupuesto.

En España, la práctica habitual es distinguir entre el presupuesto de ejecución material (PEM) y el presupuesto de ejecución por contrata (PEC):

- **Presupuesto de ejecución material (PEM):** el presupuesto de ejecución material es la suma del presupuesto de las distintas partidas incluidas en el documento “mediciones y presupuesto”, sin incluir gastos generales, beneficio industrial, honorarios ni impuestos. En el presupuesto de ejecución material suelen ir incluidos el presupuesto de seguridad y salud, impacto medioambiental y control de calidad.
- **Presupuesto de ejecución por contrata (PEC) sin IVA:** el presupuesto de la ejecución por contrata suma al presupuesto de ejecución material los gastos generales de la empresa constructora y el beneficio industrial.
- **Presupuesto de ejecución por contrata (PEC) con IVA:** es el PEC añadiendo el tipo impositivo del IVA que es el precio final que ha de pagar el cliente.

Tipos de contratos de Construcción

En el contrato de construcción de obras se describen los trabajos que hay que realizar y cómo ha de efectuarse el pago de los mismos.

Las modalidades más habituales de contratos de construcción son:

- **Contrato de proyecto y construcción.** Este tipo de contrato es muy habitual en grandes proyectos de infraestructuras. En este tipo de contratos el Concedente elabora un Pliego de Bases que define sucintamente el objetivo del proyecto de construcción, y deja a libertad del licitador definir la manera de lograrlo. El Constructor se responsabiliza de la construcción de las obras y valora en su oferta la ejecución de los trabajos descritos en el proyecto. En ocasiones el contrato incluye también la financiación del proyecto, y el Concedente se compromete a abonar a lo largo de una serie de años el importe total de la obra.
- **Contrato llave en mano (turnkey), lump sum, a tanto alzado, o precio fijo o cerrado.** En este tipo de contrato el Constructor se compromete a entregar una construcción completamente terminada y en estado de funcionamiento contra la entrega de una cantidad fija, repartida en plazos pactados previamente, de acuerdo con el avance de la obra. La oferta del Constructor se basa en un estudio del proyecto suministrado por el Concedente, pero el Constructor asume los riesgos de errores en dicho Proyecto. La cifra de su oferta se considera "cerrada" una vez firmado el Contrato.
- **Contrato por unidades de obra y cuadro de precios o por precio unitario o unidad de medida.** Mediante este sistema, el precio de la ejecución material de la obra se determina multiplicando el número de unidades a ejecutar por el precio unitario de cada una de ellas (metro cúbico de excavación, etc). En caso de que la cantidad de unidades ejecutadas difiera de las previstas en el presupuesto, el precio se fija en función de las unidades realmente ejecutadas. El constructor debe realizar sus cálculos de coste de cada unidad y estimar el reparto de los gastos no proporcionales al volumen de obra. El Concedente no queda comprometido a asegurar un volumen determinado de obra.
- **Contrato de presupuestos parciales y presupuesto general.** En este tipo de contratos se obtienen unos presupuestos parciales en base a los cuadros de precios y la medición de los planos del proyecto, y un presupuesto general como suma de los diferentes presupuestos parciales incluidos en el proyecto. Este presupuesto general se incrementa con un coeficiente (para cubrir gastos generales, beneficio industrial e impuestos) para estimar el presupuesto final del proyecto. Sobre este presupuesto el Constructor puede hacer un alza o una baja que se aplica a todos los precios del Contrato. En este tipo de contrato sólo se abonan al Constructor aquellas unidades de obra realmente ejecutadas. En el Pliego de Condiciones del Proyecto, se suele especificar el porcentaje de variación aceptado en el volumen total de cada unidad de obra, para respetar el precio de la unidad contratado.

- **Contrato por administración.** En este tipo de contrato, poco habitual, el compromiso del Constructor se limita a fijar la cantidad a facturar por cada hora de operario y por cada unidad de material empleado, pero sin asegurar en ningún caso el número de horas ni las cantidades a emplear en cada unidad de obra. Sobre el total de facturación de mano de obra y materiales consumidos el constructor carga un porcentaje fijo para cubrir sus gastos fijos y beneficio industrial.

Gestión de la Obra

En los proyectos de infraestructuras hay dos funciones clave en la gestión de la obra:

- **La planificación de la obra:** su función es saber cuándo, con qué recursos y cómo se ejecutaran las obras, así como determinar si el avance real de la obra se está realizando de acuerdo a lo programado. Habitualmente el plan de obra de una infraestructura sigue una curva en forma de S.
La función principal de “planificación” es programar los trabajos, detectar las desviaciones en tiempo y asegurar que la obra se completa en tiempo. Hay programas informáticos específicos para la planificación de las obras como el “Microsoft Project” o el “Primavera”.
- **El control de coste de la obra y su medición:** su función es determinar el coste real de la obra y analizar si hay desviaciones con respecto a lo presupuestado, así como medir la producción de la obra de cara a las certificaciones con el cliente.
La función principal de “control de costes y certificaciones” es el control económico del presupuesto y de la venta de la obra con el fin de: asegurar que el coste de la obra se ajusta a lo presupuestado, y que la producción realizada es facturada al cliente. Algunos programas específicos que se usan para mediciones y presupuestos son el “Menfis” o “Presto”.

Curva –S en Construcción

La Curva-S es utilizada en multitud de campos como en biología, economía o gestión de proyectos. En el campo de la gestión de proyectos de infraestructuras, la Curva S implica que el consumo de recursos o la producción crece lentamente al principio, posteriormente conforme el proyecto avanza el crecimiento aumenta y al final del plazo de construcción el crecimiento se ralentiza. La forma en S es producida por la fórmula Sigmoid que calcula el gasto acumulado de ciertos parámetros (horas hombres, producción, coste) referente al tiempo.

Algunas de las premisas que originan la Curva-S en los proyectos de construcción son que los proyectos son contratados con una duración fija, que se considera que es la duración óptima para ejecutar el proyecto, y que los proyectos son realizados siguiendo una secuencia óptima basada en una duración fija (Lo, W. y Chen, Y., 2007).

Riesgos de Construcción

Para reducir el riesgo de construcción, uno de los requisitos que exigen de forma general las entidades financieras en los PPP, es que se utilice una tecnología probada (“proven technology”) para la construcción. Como señalan Iossa, E., y Martimort, D. (2012), las innovaciones radicales o la introducción de nuevos servicios sin el conocimiento o experiencia suficiente pueden generar información asimétrica y desventajas.

Los principales riesgos de construcción junto con las medidas para mitigarlos, son los siguientes:

- **Retrasos en las obras:** la finalización de las obras de construcción se puede retrasar por diversas situaciones como son retrasos derivados de demoras en el proyecto de diseño, en la contratación de las obras o en el cierre del contrato de financiación; además de otras causas como retrasos en la obtención de autorizaciones administrativas, gestión poco eficaz de las obras, condiciones meteorológicas adversas, huelgas, protestas de grupos organizados, programación inadecuada del trabajo, retrasos en la entrega de equipos, accidentes o incumplimiento de contratistas o sub-contratistas.
Los retrasos en las obras podrían llevar además a importantes pérdidas que pueden afectar negativamente al plan económico-financiero del Concesionario, como son la imposición por el Concedente de penalizaciones establecidas por contrato (liquidated damages) o la petición de daños y perjuicios. Este riesgo se puede mitigar con un adecuado plan de obra que permita reaccionar a los problemas, y mediante penalizaciones a los subcontratistas por retrasos.
- **Defectos estructurales o constructivos:** el Contratista suele ser responsable del diseño y de la correcta ejecución de las obras. La realización de las obras precisa un buen estudio de las condiciones del subsuelo, una buena ingeniería y una metodología constructiva adecuada. Para mitigar este riesgo, el Contratista ha de exigir al constructor unas garantías sobre la construcción de la infraestructura. El contratista deberá hacer frente a posibles problemas de la infraestructura con una garantía que cubra un plazo razonable. Otra medida es contratar un seguro que cubra los errores de Diseño.
- **Sobrecostes en la construcción:** la exactitud de las previsiones de costes de las obras depende en gran medida de la exactitud del proyecto y de la fiabilidad de los precios confirmados de los proveedores y contratistas, así como de las condiciones finales del suelo y del número de cambios o variaciones introducidos durante la construcción.
Para mitigar este riesgo el Contratista debería realizar con la empresa constructora un contrato EPC con precios y plazos cerrados, de tal manera que traslade gran parte de los riesgos de sobrecostes en la construcción a la empresa constructora encargada de ejecutar las obras.
- **Impactos ambientales negativos:** La realización de las obras y la posterior operación de la infraestructura conlleva una serie de impactos ambientales como la generación de residuos (sólidos y líquidos), emisiones (gases, vapores y partículas), ruido, etc.
Para mitigar estos impactos, el Concesionario deberá contratar un seguro y definir un Programa de Adecuación y Manejo Ambiental. En este programa deberán definirse las

medidas orientadas a la adecuación ambiental de las acciones generadas durante la construcción y operación de la infraestructura.

- **Accidentes y daños a terceros:** las actividades de construcción generan con frecuencia accidentes que afectan a bienes y personas, debido a que las obras son lugares muy frecuentados, suelen estar congestionadas de material y gente, y a que se emplea maquinaria pesada.

Para mitigar estos riesgos el Concesionario además de contratar un programa de seguros deberá asegurar que la empresa constructora implante un plan de Prevención de riesgos laborales y un Programa de Formación de los trabajadores durante las obras de construcción, junto con un plan de contingencias en caso de que ocurran determinados accidentes.

- **Aceptación de las obras por el Concedente:** al ser el Contrato una actividad regulada y supervisada por el Concedente, el Contratista afronta un importante riesgo de que las obras no sean finalmente aceptadas por la Administración. Los principales hitos que ha de superar el Contratista son la aprobación del diseño, la supervisión o fiscalización técnica de las Obras por el Concedente, y la conformidad y recepción de obras.

Para mitigar este riesgo es importante que haya un comité de coordinación entre el Concedente y el Contratista, con el fin de alinear los trabajos del Contratista con los requerimientos del Concedente.

- **Otros riesgos constructivos:** son riesgos que afectan a la construcción derivados de una climatología adversa, riesgos geológicos, escasez de recursos materiales o humanos, especificaciones técnicas inadecuadas, problemas de transporte o logísticos, productividad de los equipos, huelgas, etc.
- **Riesgos financieros:** son riesgos que afectan al resultado económico de la obra derivados de la inflación cuando no hay revisión de precios, tipos de cambio, desfases en los cobros, repatriación de fondos o impuestos locales.
- **Riesgos regulatorios/administrativos:** son riesgos que tienen como origen la legislación o la administración, como disponibilidad de visados y permisos de trabajo para expatriados, restricciones aduaneras, problemas de licencias y permisos, expropiaciones o imposiciones en el uso de empresas locales.

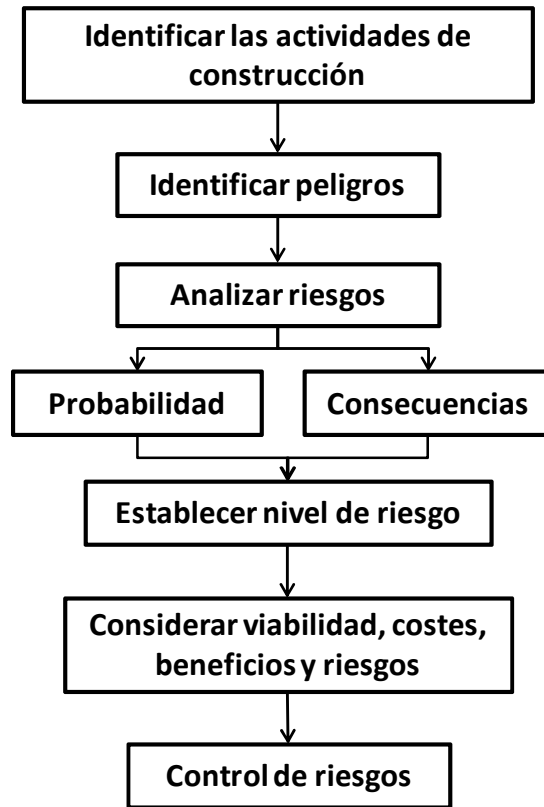
Gestión de Riesgos

La gestión de riesgos es un proceso de evaluación que conlleva diferentes etapas:

- Identificar las potenciales fuentes de riesgo del proyecto.
- Determinar el impacto individual de los riesgos y seleccionar aquellos riesgos con un impacto significativo para realizar un análisis detallado.
- Evaluar el impacto global de los riesgos significativos.
- Determinar como la probabilidad o el impacto de los riesgos puede ser reducido.
- Desarrollar e implantar un plan para controlar los riesgos y reducirlos.

En el siguiente cuadro se refleja el esquema de análisis y gestión de riesgos en proyectos de construcción:

Figura 11. Gestión de Riesgos



Fuente: Bomel Limited (2006), "The global perspective in addressing construction risks".

Seguros de Construcción

Los seguros de construcción más habituales son:

- **Todo Riesgo Construcción o Todo Riesgo Daños Materiales (Construction All Risks, CAR / Erection All Risks, EAR):** este seguro proporciona cobertura a los bienes afectos a los trabajos de construcción e instalación, tales como daños a estructuras o edificios. Dependiendo de la póliza puede incluir diversas coberturas como "Avería Maquinaria" o "Garantía mantenimiento amplio".
- **Seguro de Maquinaria de Construcción (Contractors' Plant and Equipment , CPE):** este seguro viene a cubrir los daños causados a las instalaciones, equipos y maquinaria de construcción. Se suele contratar conjuntamente con el seguro de Todo Riesgo Construcción.
- **Responsabilidad Civil (Third party liability):** este seguro proporciona cobertura a daños producidos a terceros. Se suele contratar conjuntamente con todo riesgo construcción.

- **Transporte (Marine / Air Cargo):** este seguro proporciona cobertura al envío de maquinaria o materiales hasta su destino en la obra, cubriendo la reposición de los equipos/materiales dañados por un siniestro en transporte.
- **Pérdida Anticipada de Beneficios por Transporte (Delay in start-up, DSU):** este seguro cubre la eventualidad de las pérdidas sufridas (beneficios, costes fijos y servicio deuda) por un retraso en la entrada en explotación causado por un siniestro en la fase de construcción por el envío de un equipo crítico que tarda varios meses en reponerse. Este seguro se suele contratar conjuntamente con el seguro de transporte.
- **Responsabilidad Civil Profesional (Professional Indemnity, PI):** este seguro cubre las reclamaciones por daños personales, materiales y consecuentes por errores u omisiones en la prestación de servicios profesionales como el Diseño.
- **Responsabilidad Medioambiental (Environmental Liability, EL):** este seguro cubre las reclamaciones causadas por daños ambientales.
- **Pérdida Anticipada de Beneficios (Anticipated Loss of Profit, ALOP):** este seguro cubre la eventualidad de las pérdidas sufridas (beneficios, costes fijos y servicio deuda) por un retraso en la entrada en explotación causado por un siniestro de daños en la fase de construcción (ejemplo, daños a una estructura) que tarda varios meses en reponerse. Este seguro se suele contratar conjuntamente con el seguro de Todo Riesgo Construcción.
- **Seguro de Responsabilidad de Administradores y Directivos (Directors and officers liability insurance, D&O):** este seguro cubre el patrimonio de administradores y directivos por reclamaciones de terceros presentadas por actos culposos de dichos administradores o directivos en su actuación como ejecutivos de la empresa.
- **Terrorismo (Terrorism):** este seguro cubre los daños propios y reclamaciones de terceros causados por actos terroristas.
- **Riesgos políticos y comerciales (Credit and Political Risk):** este seguro cubre los riesgos de resolución de contrato, impagos por el cliente, o ejecución indebida de avales. Estos seguros suelen ser provistos por las ECAs (agencias de exportación) para favorecer exportaciones.
- **Responsabilidad Civil Patronal (Employers' Liability, EL) y Seguro de Accidentes de Trabajo (Workers' Compensation, WC):** el seguro de responsabilidad civil patronal cubre las reclamaciones a la empresa por los accidentes de trabajo en que se demuestre que hay una culpa por parte del empresario, y el seguro de accidentes de trabajo cubre el coste de los tratamientos médicos y las indemnizaciones derivadas de las lesiones corporales o enfermedades profesionales sufridas por un trabajador como consecuencia del trabajo que ejecuta.
- **Seguros de salud (Health Insurance):** mediante este seguro el trabajador y sus familiares tienen cubierto la prestación médica y hospitalaria, en caso de enfermedad ambulatoria, hospitalaria, o en el supuesto de maternidad, por enfermedad o accidente.
- **Seguros de automóviles (Car Insurance o Motor Insurance):** este seguro cubre las indemnizaciones y los daños personales o materiales propios y a terceros ocurridos por accidentes de tráfico.

En la siguiente tabla se muestran los riesgos de construcción y las coberturas de los diferentes seguros:

Tabla 4. Seguros y coberturas riesgos de construcción

Riesgos / Seguros	Todo Riesgo Construcción	Seguro de Maquinaria de Construcción	Transporte	Responsabilidad Civil	Responsabilidad Civil Profesional	Responsabilidad Medioambiental	ALOP / DSU
Daños patrimoniales propios	x	x	x				
Daños a Terceros				x			
Defectos en el Diseño (errores y omisiones)					x		
Daños ambientales						x	
Pérdida de beneficios por retraso inicio explotación							x
Riesgos / Seguros	Riesgos políticos y comerciales	Terrorismo	Responsabilidad Civil Patronal	Seguro de Accidentes de Trabajo	Seguros de salud	Seguro de Automóviles	Seguro de Responsabilidad de Directivos
Pérdidas por impagos cliente o resolución contrato	x						
Daños por actos terroristas		x					
Reclamaciones de trabajadores por accidentes			x				
Tratamientos médicos trabajadores				x	x		
Daños propios y terceros por accidentes en circulación						x	
Reclamaciones a directivos							x

Fuente: Adaptación propia

2.4.3. INGRESOS

Los ingresos del Concesionario están habitualmente en función de la demanda y el nivel de tarifas que pagan los usuarios o la propia Administración (ejemplo, peajes en sombra). Aunque existen modelos de PPP como los pagos por disponibilidad en que los ingresos del Concesionario son independientes del nivel de demanda.

Aparte de la demanda, algunos de los aspectos principales sobre los ingresos son:

- Tarifas
- Divisas y riesgo de tipo de cambio
- Evolución del tipo de cambio

Tarifas

La definición del sistema de remuneración al Concesionario y la fijación de las tarifas a pagar por los usuarios de la infraestructura dependen de cada proyecto y tipo de infraestructura.

La revisión de las tarifas es un aspecto clave del contrato de concesión. En la mayoría de contratos de concesión las tarifas se revisan conforme al IPC o por algún otro indicador que recoja la evolución de los costes del Operador (especialmente en transporte urbano donde determinados costes como el combustible o la energía tiene un gran impacto). Cada vez más frecuentemente la revisión de las tarifas en muchos contratos de concesión (especialmente cuando el pagador es la propia Administración) se actualiza conforme al IPC menos un porcentaje $x\%$ que viene a recoger aquella parte del coste del Operador que es fijo (amortizaciones, gastos financieros,...) y no se incrementa por tanto con la inflación. O por otro índice de precios de carácter sectorial, en vez de un índice de precios general.

En el siguiente cuadro se resumen los esquemas tarifarios más habituales (tarifas fijas, tarifas flexibles, tarifas máximas) dependiendo del tipo de infraestructura.

Tabla 5. Esquemas tarifarios según tipos de infraestructura

Tipos de Infraestructuras	Esquema Tarifario	Descripción
Autopistas	Tarifas fijas	El Concedente define las tarifas a pagar por los usuarios. Puede haber descuentos por residencia o uso frecuente.
Ferrocarril	Tarifas flexibles	El Concedente define el marco tarifario que puede ser flexible (yield management) y el Concesionario cobra las tarifas a los usuarios.
Transporte Urbano (Metros, Tranvías y Autobuses)	Tarifas fijas	El Concedente define las tarifas a pagar por los usuarios. Al no cubrir las tarifas el coste del servicio, el Concedente realiza además otros pagos al Concesionario.
Estaciones Intermodales	Tarifas fijas	El Concedente define el marco tarifario y el Concesionario cobra las tarifas de los operadores de autobuses, pudiendo el Concedente realizar además otros pagos al Concesionario.
Aeropuertos	Tarifas máximas	El Concedente define unas Tarifas máximas reguladas y el Concesionario negocia las tarifas con las compañías aéreas.
Puertos	Tarifas máximas	El Concedente define unas Tarifas máximas reguladas y el Concesionario negocia las tarifas con las compañías navieras.

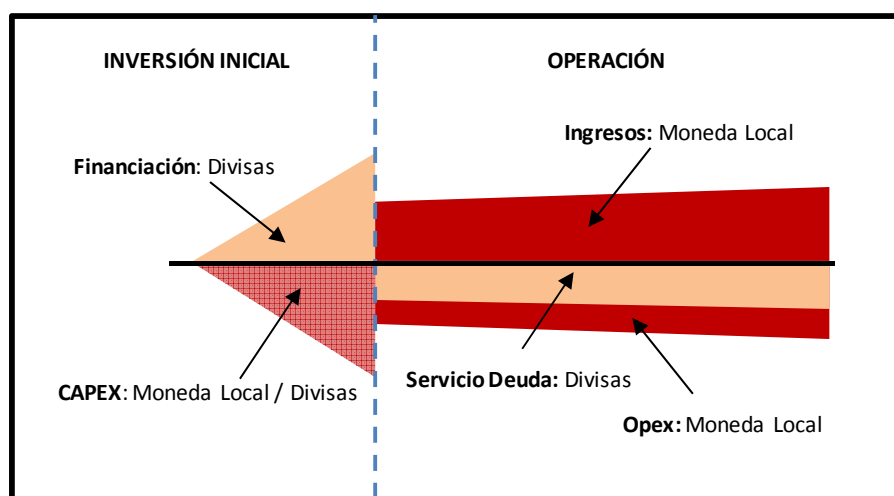
Fuente: Elaboración propia

Divisas y riesgos de tipo de cambio

En los proyectos de infraestructuras el riesgo de tipo de cambio tiene como origen que los flujos de caja del proyecto se dan en diferentes monedas. Lo óptimo para evitar el riesgo de tipo de cambio es que la inversión, la financiación los ingresos y los costes de operación se realicen todos en la misma moneda; sin embargo en muchos casos eso no es posible.

En el siguiente gráfico se muestran los flujos de caja de un proyecto PPP tipo en que una parte de los flujos de caja se dan en moneda local y otra parte de los flujos de caja se dan en divisas internacionales:

Figura 12. Flujos de Caja según divisas de un proyecto PPP tipo



Fuente: Elaboración propia

- **CAPEX:** Las monedas en que se realiza la inversión inicial depende mucho del tipo de proyecto. En proyectos con un importante componente tecnológico una parte significativa de la inversión se produce en divisas internacionales. Mientras que las inversiones más relacionadas con obra civil (movimientos de tierras, cimentaciones,...) suelen producirse mayoritariamente en moneda local. En la mayoría de proyectos de infraestructuras en países de desarrollo la inversión se da una parte en moneda local y otra parte en divisas internacionales (dólares americanos, euros o yenes).
- **Financiación:** La moneda en la que se denomina la financiación depende mucho del país anfitrión del proyecto. En determinados países en desarrollo no existe un mercado financiero lo suficientemente desarrollado que pueda proveer el volumen y el plazo de financiación que requieren los proyectos de infraestructuras. En esos casos es necesario acudir a fuentes de financiación (organismos multilaterales, entidades financieras extranjeras,...) que otorgan financiación al proyecto en divisas internacionales. Por ejemplo, en muchos países de Latinoamérica es común que los préstamos utilizados para la financiación de infraestructuras estén denominados en dólares americanos.

- **Ingresos:** La moneda de los ingresos depende del tipo de proyecto de que se trate. En proyectos de transporte urbano (metros, tranvías, autobuses) y autopistas los ingresos suelen producirse en moneda local, mientras que en proyectos de terminales portuarias y aeropuertos una parte significativa de los ingresos se producen en divisas internacionales.
- **Servicio Deuda:** El servicio de la deuda (devolución del principal más pago de intereses) está denominado en la misma moneda que la financiación del proyecto. Sin embargo aún cuando la financiación sea por ejemplo en una moneda local, el tipo de interés puede estar referenciado a una divisa internacional. Ejemplo, un préstamo denominado en soles peruanos puede estar referenciado al tipo de interés del dólar americano (LIBOR USD) más el diferencial EMBI correspondiente a Perú (este diferencial indica el riesgo país) más un *spread* específico del proyecto.
- **Opex:** Los costes de operación como sueldos, impuestos, suministros locales, ... suelen estar denominados en moneda local. Aunque el pago de determinados costes de operación como primas de seguros o royalties pueden estar denominados en divisas internacionales.

Evolución del tipo de cambio

La rentabilidad de un proyecto de infraestructuras puede verse afectada por la evolución del tipo de cambio. Por ejemplo, un proyecto de un tranvía en un país en desarrollo en que sus ingresos son en moneda local y una parte significativa de la inversión y la financiación es en divisas internacionales, puede sufrir importantes variaciones en rentabilidad si se deprecia la moneda local. Al ser además los ingresos a largo plazo y depender de la demanda, el Concesionario puede no encontrar instrumentos financieros (futuros u opciones de divisas) a un coste razonable para cubrirse del riesgo de tipo de cambio. En esos casos resulta importante incluir en las proyecciones financieras del proyecto una estimación de la evolución a futuro de las diferentes monedas del proyecto.

La evolución del tipo de cambio de diferentes monedas está relacionada a largo plazo con los diferenciales en tasas de inflación y tipos de interés. Aunque existen estudios que evidencian también que los tipos de cambio están relacionados con otras variables económicas como la tasa de crecimiento del PIB, las balanzas comerciales, el déficit público, el rating de la deuda pública o la tasa de desempleo.

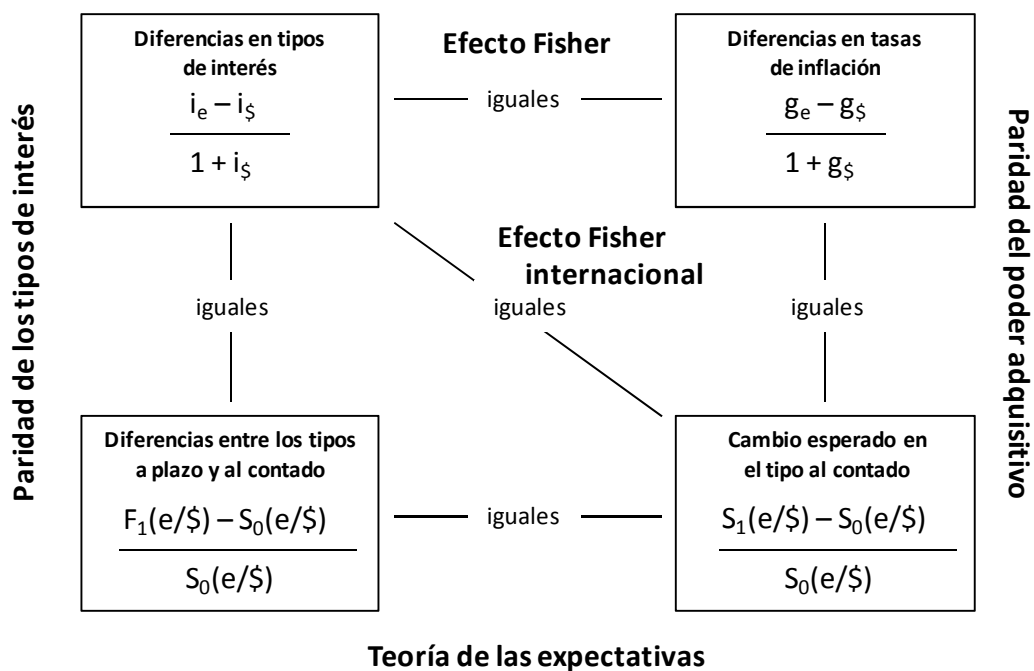
Partiendo de la hipótesis que los mercados financieros internacionales son eficientes, se han desarrollado una serie de teorías que relacionan a través de situaciones de equilibrio el tipo de cambio con la tasa de inflación y con el tipo de interés (Mascareñas, J., 2001):

- **Teoría de la paridad del poder adquisitivo (PPA).** Esta teoría se basa en que el poder de compra de las dos monedas se ha de mantener en el tiempo. La PPA liga la evolución del tipo de cambio con la tasa de inflación. Cuando la inflación disminuye la moneda se aprecia y viceversa.

- **Teoría de la paridad de los tipos de interés (PTI).** Esta teoría se basa en que el rendimiento de las dos monedas ajustadas al tipo de cambio han de igualarse. La PTI liga el tipo de interés con el tipo de cambio a plazo. Cuando el tipo de interés de una moneda aumenta la moneda se aprecia y viceversa.
- **Efecto Fisher.** El efecto Fisher relaciona la tasa de inflación con el tipo de interés. El efecto Fisher señala que la tasa de interés nominal (i) se descompone entre la tasa de interés real (r) y la tasa de inflación (g) mediante la relación $(1 + i) = (1 + r) \times (1 + g)$. El efecto Fisher considera que los tipos de interés reales de las dos monedas han de ser iguales con lo que los diferenciales de interés y de inflación son prácticamente iguales. Con lo que un aumento de la inflación conllevará un aumento del tipo de interés nominal y viceversa. En esta teoría no participa de forma directa el tipo de cambio.
- **Efecto Fisher internacional.** El efecto Fisher Internacional considera que existe una relación entre el tipo de cambio y el tipo de interés, de modo que la rentabilidad total del inversor internacional debe ser igual a largo plazo entre los diferentes países. Según esta teoría el aumento del tipo de interés de una moneda llevará a largo plazo a una depreciación de la misma.
- **Teoría de las expectativas.** La teoría de las expectativas o paridad de los tipos de cambio a plazo utiliza el tipo de cambio a plazo como un estimador del tipo de cambio al contado, relacionándolos de forma directa.

En el siguiente cuadro se muestran las relaciones entre las diferentes teorías sobre la formación del tipo de cambio:

Figura 13. Relación entre las diversas teorías sobre la formación del tipo de cambio



Fuente: Mascareñas, J. (2001). "Divisas y Tipos de cambio".

2.4.4. COSTES DE OPERACIÓN

Los Costes de Operación y Mantenimiento tienen un gran impacto sobre la rentabilidad de una infraestructura, porque aunque su importe anual es mucho menor que la inversión de la obra su extensión a lo largo del tiempo (15, 30, 40 o más años) hace que su importe total sea muy significativo.

Estudios como el desarrollado por Iossa, E. y Martimort, D. (2015), concluyen que los PPP son más beneficiosos cuando una mejor calidad de la infraestructura reduce de forma significativa los costes incluyendo el mantenimiento, y cuando la calidad de la infraestructura tiene una gran incidencia en la calidad del servicio y en la demanda, y cuando la demanda del servicio es estable y fácilmente predecible.

Algunos de los aspectos principales referente a los Costes de Operación y Mantenimiento son:

- Estimación de los costes de Operación y Mantenimiento
- Tipos de costes de Operación
- Riesgos de Operación
- Seguros de Operación

Estimación de los costes de Operación y Mantenimiento

La estimación de los costes de Operación y Mantenimiento es diferente para cada tipo de infraestructura y proyecto, y requiere un conocimiento experto de las operaciones de cada industria (ferrocarril, puertos, autopistas, transporte urbano,...).

Los diferentes costes de operación y mantenimiento son:

- **Costes y plan de Operaciones:** El primer paso es elaborar un plan de operaciones para la infraestructura. Ese plan de operaciones debe contemplar todas las actividades a desarrollar por el Operador y debe ajustarse al dimensionamiento de la infraestructura y al volumen de actividad.

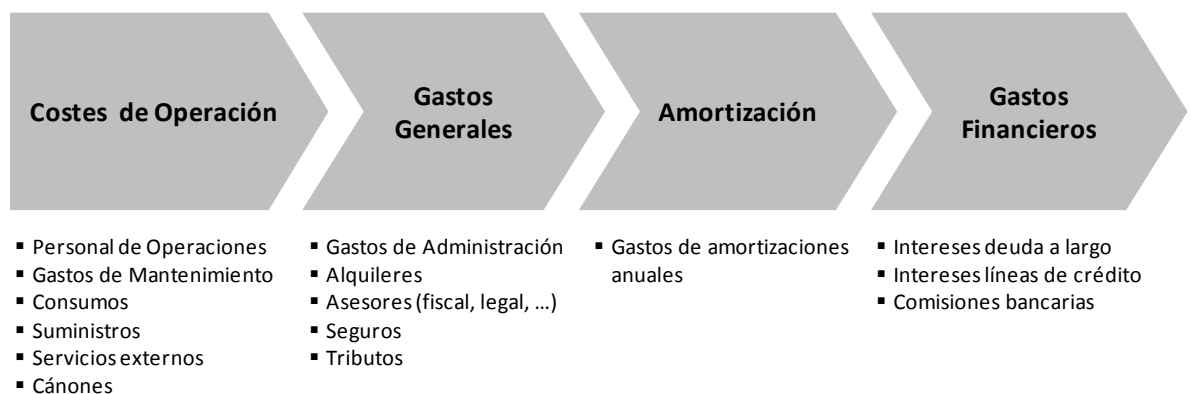
Una vez realizado el plan de operaciones el siguiente paso es estimar los costes de operación. Estos costes se estimarán en función de diferentes parámetros como: costes unitarios por consumos (ejemplo, kw-H de energía por km-tren recorrido), costes por tamaño de la infraestructura o volumen de inversión (ejemplo, costes de mantenimiento de instalaciones por km de vía o costes de mantenimiento de obra civil por valor inversión,...), o costes por volumen de demanda (ejemplo, coste de estiba por TEU). Dentro de los costes de mantenimiento y conservación es importante distinguir los gastos de mantenimiento y conservación anuales que se repiten cada año con los gastos de reposiciones y grandes reparaciones que son plurianuales.

Para estimar estos costes se suele hacer un “benchmarking” de los costes de infraestructuras similares ajustados a los precios locales del país en cuestión.

- **Gastos generales o de estructura:** los gastos generales incluyen gastos de administración (dirección, contabilidad, recursos humanos,...), alquileres, gastos de asesores externos (fiscalistas, auditores, asesores legales,...), pagos de seguros y tributos (IBI, licencias comerciales,...).
- **Amortización:** la amortización es uno de los gastos principales de una infraestructura. Es un gasto que no supone una salida de caja, pero que tiene gran impacto sobre el beneficio anual de la sociedad.
- **Gastos Financieros:** los gastos financieros son el pago de intereses (préstamos a largo plazo o líneas de crédito) y comisiones bancarias. No incluye el repago del principal de la deuda.

En el siguiente cuadro se recogen los distintos costes de operación y mantenimiento:

Figura 14. Costes de Operación y Mantenimiento



Fuente: Elaboración propia

Tipos de Costes de Operación

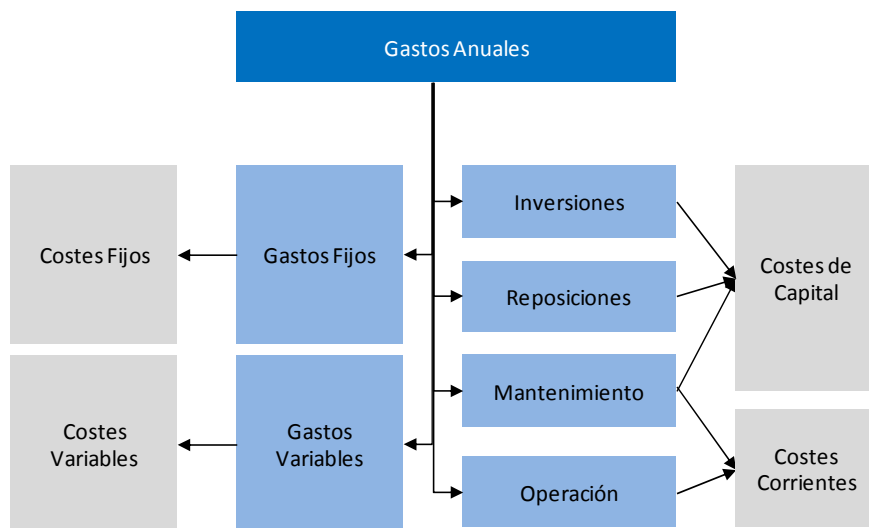
Los gastos anuales de operación de una infraestructura pueden clasificarse como:

- **Costes de capital y costes corrientes:** En función del período en que un determinado gasto tiene efectos económicos los costes de operación se pueden clasificar en:
 - **Costes de capital:** son los gastos anuales que se capitalizan como son nuevas inversiones, inversiones de reposición y gastos de mantenimiento plurianuales. Los costes de capital se contabilizan en el Balance de la sociedad.
 - **Costes corrientes:** son los gastos anuales corrientes del ejercicio como son los gastos de mantenimiento anuales y los gastos de operación. Los costes corrientes se contabilizan en la cuenta de pérdidas y ganancias de la sociedad.
- **Costes fijos y costes variables:** Atendiendo a su variabilidad según el volumen de tráfico los costes se pueden clasificar en:
 - **Costes fijos:** son los costes que no varían según el volumen de tráfico. Es importante distinguir entre corto y largo plazo, ya que muchos costes que son fijos a corto plazo pueden variar a largo plazo.

- **Costes variables:** son los costes que varían según el volumen de tráfico (consumos, costes variables de mano de obra, etc.).

En el siguiente gráfico se muestra la distinción entre costes de capital y corrientes y costes fijos y variables:

Figura 15. Componentes de los gastos totales de infraestructura



Fuente: ECORYS (2005), "Infrastructure expenditures and costs"

Riesgos de Operación

Ridolfi, R. (2004) concluye que el factor principal en el diseño de los PPP es la transferencia de riesgos, y que un diseño óptimo establece que el riesgo debe ser asumido por la parte que mejor puede manejarlo. Lo que incluye comprender las fortalezas y limitaciones de cada parte.

Los riesgos de operación dependen de cada tipo de proyecto. Los principales riesgos de operación son:

- **Riesgo de demanda:** Es el riesgo de que la demanda real de la infraestructura sea inferior a las previsiones del estudio de demanda. Este riesgo se puede reducir con garantías de demanda o ingresos mínimos que conceda el Estado al Operador privado.
- **Riesgos financieros:** Son riesgos relacionados con la financiación y otras variables financieras como el tipo de cambio o la inflación. Como por ejemplo: aumento de los tipos de interés, refinanciaciones, evolución desfavorable del tipo de cambio,... Algunos riesgos financieros como el tipo de interés se puede mitigar con contratos de préstamos a tipos fijos o con swaps de intereses. El riesgo de tipo de cambio se puede cubrir mediante opciones o futuros de divisas.
- **Riesgos normativos y fiscales:** Son riesgos debidos a cambios legales o normativos que suponen un mayor coste para el Operador privado (ejemplo, endurecimiento de políticas de seguridad o medioambientales, o aumentos de impuestos).

- **Riesgos de mercado:** Son riesgos asociados a un aumento de los costes por encima de lo esperado de los insumos del Operador privado. Ejemplo, incrementos del precio de combustible o de la energía.
- **Riesgos de operación:** Son riesgos asociados a la correcta operación de las actividades de la empresa. Como son interrupciones del servicio por averías, obsolescencia técnica, falta de suministro eléctrico,....
- **Riesgos comerciales:** Son riesgos asociados a una pérdida de ingresos de la empresa por morosidad. Como son impagos del gobierno o riesgo de crédito de clientes.
- **Riesgos políticos:** Son riesgos asociados a una actuación arbitraria del Estado o a las condiciones del país. Como son expropiaciones, ejecución indebida de avales, guerra civil, revueltas,.... Este riesgo se puede mitigar mediante un seguro de riesgos políticos y comerciales.
- **Riesgos de accidentes:** Como son daños patrimoniales o a terceros ocurridos por accidentes. Este riesgo se puede mitigar mediante la elaboración de un plan de seguridad y la contratación de un seguro de responsabilidad civil y un seguro de todo riesgo daños materiales.
- **Riesgos medioambientales:** Son riesgos asociados a daños medioambientales relacionados con la operación de la concesión. Este riesgo se puede mitigar mediante la elaboración de un plan medioambiental y la contratación de un Seguro por daños medioambientales.
- **Riesgos de terrorismo:** Es el riesgo de sufrir daños y reclamaciones por actos terroristas. Este riesgo se puede mitigar mediante un seguro de terrorismo.
- **Riesgo de interrupción de la operación:** Es el riesgo de que la operación de la infraestructura se vea interrumpida debido a problemas técnicos, problemas administrativos o por accidentes. Este riesgo se puede mitigar mediante un seguro de Pérdidas de Beneficios o "Business Interruption".
- **Riesgos de fuerza mayor:** Son riesgos que están fuera del control de las partes como son riesgos naturales o riesgos de desastres. Como son tempestades, inundaciones, terremotos, incendios, vandalismo,....

Seguros de Operación

Los seguros de operación más habituales son:

- **Todo Riesgo Daños Materiales (Full cover material damage insurance):** este seguro proporciona cobertura a los bienes afectos a la Concesión, tales como daños a estructuras o edificios.
- **Responsabilidad Civil (Third party liability):** este seguro proporciona cobertura a daños producidos a terceros en la fase de operación.
- **Seguro de pérdidas de Beneficios (Business Interruption)** este seguro cubre la eventualidad de las pérdidas sufridas (beneficios, costes fijos y servicio deuda) por una interrupción en la explotación del servicio causado por un siniestro de daños.

- **Terrorismo (Terrorism):** este seguro cubre los daños propios y reclamaciones de terceros causados por actos terroristas durante la fase de operación.

Otros seguros en la fase de operación que se han descrito en los seguros de construcción, son: Responsabilidad Civil Profesional, Responsabilidad Medioambiental, Responsabilidad de Administradores y Directivos, Riesgos políticos y comerciales, Responsabilidad Civil Patronal, Seguro de Accidentes de Trabajo, Seguros de salud o Seguros de automóviles.

2.4.5. PLAN DE AMORTIZACIÓN

En la mayoría de proyectos de infraestructuras el sistema de amortización de los elementos del Inmovilizado suele ser lineal. Otros métodos de amortización de activos son un porcentaje constante sobre importe en libros o según el número de unidades producidas.

En los contratos PPP el método de amortización varía según el activo se contabilice como un activo intangible o como un activo financiero:

- **Activo Intangible:** Como norma general aquellas concesiones o PPP en que los ingresos del Concesionario provienen de los usuarios y existe riesgo de demanda se contabilizan como activos intangibles.
De acuerdo a la NIC 38 los activos afectos a la concesión y que serán revertidos a la Administración tras finalizar el período de concesión se contabilizarán como Activos Intangibles y se amortizarán siguiendo el método de amortización lineal de acuerdo al período de concesión o el tiempo de vida útil del activo si es inferior. De este modo si la vida útil de los activos supera el período de concesión se amortizarán los activos conforme al período restante de concesión, y si la vida útil del activo es inferior al período restante de concesión se amortizará conforme a la vida útil del activo.
- **Activo Financiero:** Como norma general aquellas concesiones o PPP en que los ingresos del Concesionario provienen de los pagos a realizar por la Administración y donde no existe riesgo de demanda se contabilizan como activos financieros.
De acuerdo a la NIC 39 los activos afectos a la concesión y que serán revertidos a la Administración tras finalizar el período de concesión se contabilizarán como Activos Financieros y se amortizarán conforme al método del tipo de interés efectivo. El tipo de interés efectivo es la tasa de descuento que iguala el valor en libros de un instrumento financiero con los flujos de efectivo estimados a lo largo de la vida esperada del instrumento financiero.

Independientemente de que el Contrato PPP se contabilice como un activo inmaterial o financiero, aquellos activos que permanecen en propiedad del Concesionario y no son transferidos a la Administración (ejemplo, vehículos) se contabilizarán como un Activo Material y se amortizará generalmente de forma lineal conforme a la vida útil del activo.

En el nuevo Plan General de Contabilidad Español de 2007 desaparece el concepto contable del Fondo de Reversión, ya que los activos revertibles se amortizan en función de la vida útil (siendo definida la vida útil como el periodo en el que el activo va a ser utilizado por la empresa) y no en función de la vida económica (definida como el periodo total en que un activo va a ser utilizado por la empresa y otros usuarios). Por lo que ya no tiene razón de ser el concepto de Fondo de Reversión que se definía como un complemento a la amortización de los elementos revertibles afectos a una concesión; ya que con el nuevo PGC la vida útil de estos activos nunca va a ser superior al período de concesión restante.

2.5. ANÁLISIS FINANCIERO DEL PROYECTO

2.5.1. MODELO FINANCIERO

Estudio de Viabilidad y Plan Económico Financiero de un PPP

El primer paso para realizar el análisis financiero de un proyecto es la elaboración de un modelo económico financiero o de un Plan Económico Financiero (PEF). Un estudio de viabilidad financiera positivo y creíble es una de las claves de éxito en la financiación de proyectos (Tang et al., 2010).

En un contrato PPP tanto la Administración como el Licitador han de elaborar un Plan Económico Financiero:

- **Administración Pública:** La Administración en las actuaciones preparatorias de un PPP encarga la realización de un estudio de viabilidad económico-financiera (o Plan Económico Financiero) que se elabora con carácter previo al proceso de licitación. Este estudio de viabilidad habitualmente se entrega a los potenciales licitadores junto con las Bases del Concurso o Pliegos de Licitación.
- **Licitador Privado:** En la documentación a presentar por el licitador éste ha de elaborar un Plan Económico Financiero y una Memoria Económica. El PEF de la oferta adjudicataria formará parte del contrato junto con la oferta técnica y económica.

Elaboración de un Modelo Económico Financiero

En el siguiente gráfico se muestra la metodología empleada para la elaboración de un modelo económico financiero de una Terminal Portuaria:

Figura 16. Metodología para la elaboración de un modelo financiero de una Terminal Portuaria



Fuente: Elaboración Propia

Un modelo financiero suele ser un proceso iterativo en que las variables del proyecto están interrelacionadas entre sí y los resultados del modelo influyen sobre los valores de las variables a definir. Por ejemplo, la generación de caja del proyecto influye sobre la estructura financiera y el volumen de capital y deuda del proyecto; o la rentabilidad del accionista influye en la tarifa a ofertar en la licitación y por tanto en los ingresos del Concesionario.

La elaboración de un modelo financiero se puede dividir en tres grandes bloques:

- **Inputs del Plan de Negocio o del Modelo Financiero:** Estos son los valores que alimentan el modelo financiero, y que constan de:
 - **Demanda o Tráfico:** estimación del volumen de demanda del proyecto.
 - **Ingresos:** estimación de los ingresos del proyecto en base a la demanda y los ingresos unitarios previstos.
 - **Costes de Operación:** estimación de los costes de operación y mantenimiento del proyecto.
 - **Plan de Inversiones:** estimación del volumen de inversión del proyecto.
 - **Estructura Financiera:** determinación de la estructura financiera del proyecto. El volumen de financiación está en función del importe de inversión a financiar.
 - **Amortizaciones:** plan de amortizaciones del inmovilizado del proyecto. Las amortizaciones dependen del plan de inversiones y de los coeficientes de amortización de los activos.
- **Estados Financieros o Cuentas Anuales Previsionales:** Los Estados Financieros o Cuentas Anuales previsionales de una sociedad se componen de:
 - **Cuenta de Resultados o Pérdidas y Ganancias:** refleja el resultado económico del ejercicio como la diferencia entre los ingresos y gastos de la sociedad.
 - **Balance:** refleja la situación del patrimonio de una sociedad en un momento determinado. Se compone de tres elementos básicos: el activo, el pasivo exigible y el patrimonio neto.
El nuevo PGC español de 2007 incluye un nuevo estado financiero denominado Estado de cambios en el patrimonio neto.
 - **Estado de Aplicación y Origen de Fondos (o Estado de Flujos de Efectivo):** informa sobre los movimientos de efectivo y sus equivalentes, distribuidas en tres categorías: actividades operativas, de inversión y de financiamiento.
- **Análisis Financiero:** El Análisis Financiero se realiza a partir de los resultados reflejados en las cuentas anuales y de los valores de los inputs del modelo financiero. El objetivo del análisis financiero es determinar la rentabilidad de la empresa y la evolución de determinadas variables económicas. El Análisis Financiero suele incluir al menos:
 - **Resultado Económico:** Se evalúan las variables principales que definen el resultado económico de la empresa como el análisis del EBITDA y Beneficio Neto tanto en valores absolutos como relativos (en función de los ingresos o demanda).
 - **Flujos de Caja:** Se realiza una estimación de los flujos de caja del proyecto como son Flujo de Caja Libre, Flujo de Caja Accionistas o Flujos de Caja de la Deuda. Se estiman las tasas de descuento, y se calcula la TIR y el VAN de los Flujos de Caja.

- **Ratios Financieros:** Se estiman diferentes Ratios Financieros con el fin de analizar la solvencia de la empresa (Ratio de Capital sobre Inversiones), la liquidez (Ratio de Activo Corriente sobre Pasivos Corrientes), la Rentabilidad (ROA, ROE, ROS), la cobertura de la deuda (Ratios de Cobertura del Servicio de la Deuda, Ratios de Intereses, LLCR o PLCR), o el nivel de apalancamiento (Ratio de Capital Social sobre Deuda).

Contenido del Plan Económico Financiero y Memoria Económica del Licitador

El Pliego de Cláusulas Administrativas Particulares de un proyecto PPP, define el contenido que los licitadores deben incluir en el Plan Económico Financiero y en la Memoria Económica.

Generalmente, la información que deben suministrar los Licitadores incluyen los siguientes puntos:

- **Proyecciones financieras de las Cuentas Anuales del Concesionario durante el periodo de concesión:**
 - Cuentas de Pérdidas y Ganancias, que recogerá la previsión de resultados y su distribución.
 - Balances de Situación previstos al cierre de cada ejercicio.
 - Estados de Flujos de Tesorería o EOAF, que muestran los orígenes y aplicaciones de efectivo.
- **Memoria Explicativa de los Valores Fundamentales e Hipótesis empleadas:**
 - Explicación y proyecciones de las previsiones de tráfico, tarifas e ingresos.
 - Explicación y detalle del plan de inversión inicial incluyendo inversiones iniciales e inversiones de reposición durante el período de concesión.
 - Explicación del plan de amortizaciones.
 - Explicación y Detalle de los Gastos de Operación y Mantenimiento con el máximo desglose posible.
- **Fuentes de Financiación,** explicación de la estructura financiera de la sociedad:
 - Recursos Propios: Proyecciones del Calendario de desembolso del Capital Social, y en su caso Deuda subordinada accionistas. Así como la Políticas de dividendos y de remuneración a los Accionistas.
 - Recursos Ajenos: Incluyendo detalle de los tipos de deuda, plazos de devolución, costo estimado. Así como préstamos participativos de entidades públicas en su caso.
- **Documentación Relativa a la Obtención de Recursos Financieros:**
 - Carta de compromiso de financiación de las entidades financieras, indicando las condiciones ofertadas y detallando los principales términos que se asumen.
 - Carta de compromiso de aportación de fondos de los accionistas.

- **Análisis de Solvencia de la Futura Sociedad Concesionaria:**
 - Porcentaje Mínimo de Recursos Desembolsados por los Accionistas Sobre el Total de los Recursos Movilizados
 - Estimación del Nivel de Cobertura de la Deuda
- **Análisis de Rentabilidad de la Concesión:**
 - VAN y TIR de los Flujos de Caja del Proyecto
 - VAN y TIR de los Flujos de Caja de los Accionistas
- **Resumen de las variables fundamentales del proyecto:**
 - Propuesta de Tarifas a cobrar a los usuarios.
 - Importe de los Cánones a pagar a la Administración en su caso.

2.5.2. CUENTAS ANUALES

Los estados financieros, también denominados estados contables o cuentas anuales, tienen como objeto mostrar la evolución de los resultados económicos y de la situación patrimonial de una sociedad a lo largo del tiempo. En el caso de un PPP las Cuentas Anuales o Estados Financieros previsionales muestran los resultados de la Sociedad Concesionaria a lo largo del período de concesión.

Los Estados Financieros son los siguientes:

- Estado de Aplicación y Origen de Fondos o Estado de Flujos de Efectivo
- Cuenta de Resultados o Cuenta de Pérdidas y Ganancias
- Balances de Situación
- Estado de cambios en el patrimonio neto.

Los diferentes estados financieros están interrelacionados entre sí. El resultado de la Cuenta de Pérdidas y Ganancias se incluye en el Balance y en el Estado de Cambios en el Patrimonio Neto. Los ingresos y gastos de Pérdidas y Ganancias junto con las variaciones de las partidas del Balance tienen a su vez su reflejo en los cobros y pagos del Estado de Origen y Aplicación de Fondos. Y la cifra de tesorería del EOAF está igualmente reflejada en el Balance.

Estado de Origen y Aplicación de Fondos

El “Estado de Origen y Aplicación de Fondos” muestra la procedencia y utilización de los recursos por la sociedad a lo largo del tiempo. El formato de EOAF que da una información más detallada es el que muestra la Caja Generada y Consumida por Operaciones, por Inversión, y por Financiación.

En el “Estado de Origen y Aplicación de Fondos” se muestran las variaciones en la Tesorería de la empresa, por lo que en vez de aplicar el criterio de devengo para los ingresos y gastos se utiliza el criterio de caja mostrando los cobros y pagos de la empresa. Así por ejemplo, los cobros por

ingresos de operación se estiman a partir de los “ingresos comerciales” de la cuenta de resultados más las variaciones en las “cuentas a cobrar de clientes” en el balance.

- **Caja Generada/Consumida por operaciones:** Muestra las variaciones en la tesorería de la empresa por las operaciones comerciales que son objeto de su actividad. Las diversas partidas de la cuenta de resultados y las variaciones en el capital circulante del balance contienen la información principal para la elaboración de la Caja generada por operaciones. Las principales partidas son:
 - Cobros por ingresos comerciales, esta partida refleja los cobros percibidos por el Concesionario durante el ejercicio por la prestación de sus servicios.
 - Pagos por gastos de explotación, dentro de esta partida se recogen los diferentes pagos por operaciones realizados durante el ejercicio.
 - Pago de impuestos, refleja los pagos realizados por impuestos durante el ejercicio.
- **Caja Generada/Consumida por actividades de inversión.** Este epígrafe recoge los diferentes pagos y cobros realizados por operaciones con el inmovilizado de la empresa.
 - Pagos por adquisición de activos fijos, esta partida recoge los pagos realizados para la adquisición del inmovilizado.
 - Cobros por venta de activos fijos, aunque en la mayoría de proyectos no se contemplan la venta de activos durante el período de concesión.
 - Pagos netos del IVA en construcción, esta partida incluye los pagos por IVA y los cobros por la recuperación del IVA por parte de la Administración Tributaria, correspondientes a la fase de construcción.
- **Caja Generada/Consumida por actividades de financiación.** Dentro de esta rúbrica se incluyen los cobros y pagos percibidos por el Concesionario relacionados con su estructura financiera. Así por ejemplo, la contratación de una deuda supone un ingreso en la tesorería del Concesionario, mientras que la devolución del principal es un pago que disminuye su tesorería. Las principales partidas son:
 - Inversiones financieras, en esta partida se incluyen los aumentos (que implican una salida de tesorería) y disminuciones (una entrada en la tesorería) en activos financieros.
 - Línea de crédito a corto plazo, en esta partida se incluyen préstamos a corto plazo que de modo puntual el Concesionario pudiera llegar a solicitar.
 - Pago neto de intereses, esta partida recoge el saldo neto de cobros y pagos de intereses realizados por el Concesionario.
 - Variaciones en Deuda a Largo Plazo, dentro de este epígrafe se incluyen los ingresos en caja por contratación de nueva deuda a largo plazo y los pagos realizados por la devolución del principal de la deuda a largo plazo.
 - Operaciones realizadas con la cuenta de capital, dentro de este epígrafe se incluirían los ingresos en tesorería por ampliaciones de capital y las posibles salidas de Tesorería por Devoluciones de aportaciones de capital.

- Pagos de dividendos / distribución de reservas, muestra la salida de caja correspondiente al pago de los dividendos repartidos con cargo al resultado del ejercicio o al reparto de reservas preexistentes.
- **Variaciones en la cuenta de Tesorería.** En este epígrafe se muestra el saldo inicial de caja, las variaciones en la tesorería durante el período (que es la suma de los saldos de la Caja Generada y Consumida por Operaciones, por Inversión, y por Financiación) y el saldo final resultante de caja. Este saldo final es el que debe coincidir con el saldo de la tesorería que figura en el Balance.

Cuenta de Pérdidas y Ganancias

Las Cuentas de Pérdidas y Ganancias previsionales incluyen las proyecciones de ingresos y gastos derivados de la explotación de la infraestructura. En la Memoria explicativa del PEF se suele incluir una explicación sobre la metodología empleada y las hipótesis utilizadas para la estimación de las diferentes partidas de ingresos y gastos.

Las principales partidas incluidas en las Cuentas de Pérdidas y Ganancias son las siguientes:

- **Ingresos de explotación:** Este epígrafe recoge las diferentes partidas de ingresos incluidos en la Cuenta de Pérdidas y Ganancias. Los ingresos pueden provenir de pagos de los usuarios o de pagos de la Administración.
- **Costes de explotación:** Este epígrafe incluye los diferentes costes de explotación de la sociedad concesionaria (ejemplo: personal, seguridad, mantenimiento, limpieza, otros servicios externos, suministros,...).
- **Resultado Operacional (EBITDA):** El Resultado de Explotación o EBITDA es la diferencia entre los ingresos de explotación y los costes de operación de la sociedad concesionaria.
- **Dotación a la Amortización Anual:** De acuerdo al Plan de Inversión y los coeficientes de amortización contables se estima la dotación a la Amortización Anual.
- **Resultado antes de intereses e impuestos (EBIT):** El Resultado antes de intereses e impuestos (EBIT) se calcula como la diferencia entre el Resultado Operacional o EBITDA y las dotaciones a la amortización anual.
- **Resultado Financiero:** El Resultado Financiero es la diferencia entre los ingresos financieros (que percibe la sociedad concesionaria por saldos invertidos en depósitos bancarios y activos financieros) y los gastos financieros por los intereses pagados por la sociedad concesionaria por la deuda a largo plazo, líneas de crédito y avales.
- **Resultado antes de impuestos:** El Resultado antes de impuestos se calcula como la diferencia entre el Resultado antes de intereses e impuestos (EBIT) y el Resultado financiero. El Resultado antes de impuestos – una vez ajustadas las diferencias por la compensación de pérdidas de años anteriores – constituye la base imponible para el cálculo del Impuesto de Sociedades.
- **Impuesto de Sociedades:** El impuesto de sociedades de cada ejercicio se calcula de forma general aplicando la tasa del impuesto de sociedades sobre el Resultado fiscal

antes de impuestos. En ocasiones hay diferencias temporales o permanentes entre el resultado contable y el resultado fiscal.

- **Resultado Neto:** El Resultado Neto o Resultado del Ejercicio es el Resultado antes de impuestos menos el gasto anual del impuesto de sociedades.
- **Cuenta de Distribución del resultado:** Al inicio del ejercicio siguiente se debe de realizar la distribución del resultado del ejercicio anterior, en forma de compensación de pérdidas de años anteriores, pago de dividendos o dotación de reservas. La cuenta de Distribución del Resultado se muestra a continuación de las Cuentas de Pérdidas y Ganancias.

Balances de Situación

El Balance de situación refleja la situación patrimonial de la empresa generalmente al 31 de diciembre de cada año, e incluye las diferentes partidas que componen el activo (uso de los fondos) y el pasivo (origen de los fondos) de la empresa concesionaria.

Las principales partidas del Activo y del Pasivo incluidas en el Balance son las siguientes:

ACTIVO

- **Inmovilizado:** El “Plan de Inversión” recoge las inversiones anuales en los diferentes elementos del inmovilizado. En el Balance de situación se refleja el valor de adquisición (o coste histórico) de los diferentes elementos del inmovilizado, junto con su amortización acumulada. El valor neto contable o Inmovilizado Neto es la diferencia entre el valor de adquisición (Inmovilizado Bruto) y la amortización acumulada.
- **Inmovilizado financiero o inversiones financieras a largo plazo:** Dentro de esta partida se incluyen los activos financieros del Concesionario adicionales a la Caja Operativa o Tesorería (que forma parte del Activo Corriente), como son cuentas de reserva para el servicio de la deuda, cuentas de reserva para reinversiones, o excedentes de tesorería.
- **Activos Corrientes:** Incluye diversas partidas como pueden ser Existencias, saldos deudores de clientes o de Administraciones Públicas (IVA, crédito fiscal), Tesorería o Activos Líquidos a corto plazo.

PASIVO

El Pasivo está compuesto por Fondos Propios o Patrimonio Neto y el Pasivo Exigible a corto y largo plazo.

Fondos Propios o Patrimonio Neto

Los fondos propios de la sociedad concesionaria están constituidos por:

- **Capital social:** Incluye la aportación de los diferentes accionistas al capital de la Sociedad Concesionaria.

- **Reservas:** Esta partida recoge el importe de los beneficios que han sido retenidos de ejercicios anteriores, y que no han sido distribuidos en forma de dividendos. En España las sociedades han de dotar una Reserva Legal y la sociedad puede dotar otras reservas voluntarias o de libre disposición.
- **Pérdidas de ejercicios anteriores.** En el caso de que hubiese pérdidas acumuladas sin compensar de ejercicios anteriores, su saldo se reflejaría en esta partida.
- **Dividendo a cuenta:** Recoge el importe pagado a cuenta de los resultados del ejercicio a los accionistas.
- **Resultado del ejercicio:** Esta cuenta muestra el resultado neto del ejercicio.

Pasivo exigible a largo plazo

- **Deuda subordinada de accionistas:** Representa las aportaciones de los accionistas a la sociedad concesionaria en forma de deuda. A efectos de cálculo de la solvencia, la deuda subordinada se incluye como parte de los recursos propios de la sociedad.
- **Préstamos participativos:** En caso de que existiesen préstamos participativos otorgados por la Administración Pública se recogerían en esta partida. A efectos de cálculo de la solvencia de la sociedad, los préstamos participativos se suelen incluir como parte de los recursos propios de la sociedad.
- **Deuda financiera con entidades de crédito a largo plazo:** Representa los fondos externos a largo plazo aportados por entidades de crédito utilizados para financiar las inversiones del proyecto. Estos pasivos se corresponden a deudas con entidades de crédito con un vencimiento superior a doce meses.
- **Empréstitos:** En caso de que la sociedad emitiese en el mercado de capitales títulos-valores u obligaciones de deuda se recogerían en esta partida (ejemplo, pagarés, bonos y obligaciones).

Pasivo exigible a corto plazo

Esta partida incluiría pasivos financieros a corto plazo de la Sociedad Concesionaria como vencimientos a corto (en los próximos 12 meses) de deuda a largo plazo o líneas de crédito a corto plazo de entidades financieras.

Pasivos corrientes

Incluyen las diferentes fuentes de financiación a corto plazo que no son de carácter financiero, como son saldos pendientes de pago a proveedores u otros acreedores, saldos deudores de la Hacienda Pública o la Seguridad Social.

Estado de Cambios en el Patrimonio Neto

El nuevo PGC de 2007 introduce un nuevo estado financiero que es el “Estado de cambios en el patrimonio neto”. Este estado financiero suministra información acerca de la cuantía del patrimonio neto de una sociedad y de cómo este varía a lo largo del ejercicio contable como consecuencia del resultado del período (incluidos los ingresos y gastos que no se incluyen en la cuenta de pérdidas y ganancias y que deben imputarse directamente al Patrimonio Neto), transacciones con los accionistas (ampliaciones y disminuciones de capital, y dividendos) y ajustes al patrimonio neto debidos a cambios en criterios contables y correcciones de errores.

A efectos de proyectar los resultados y la situación patrimonial de una sociedad Concesionaria el Estado de Cambios en el Patrimonio Neto tiene una utilidad muy limitada, por lo que la mayoría de los modelos financieros para los Estudios de viabilidad y Planes Económicos Financieros de licitadores no incluyen el Estado de Cambios en el Patrimonio Neto.

2.5.3. ANÁLISIS FINANCIERO

El Análisis Financiero de una sociedad se realiza en base a los valores de las variables principales de su plan de negocio (ejemplo: demanda de pasajeros, superficie de una terminal, número de aviones operados...) y los resultados de las Cuentas Anuales o Estados Financieros.

El Análisis Financiero depende de cada tipo de infraestructura y proyecto. De forma general, el análisis financiero de un proyecto PPP suele contener las siguientes áreas de análisis:

- Resultado Económico
- Flujos de Caja
- Ratios Financieros

Resultado Económico

El Análisis del Resultado Económico muestra la evolución de las variables principales del Plan de Negocio del Proyecto (Demanda, Ingresos, Costes) y de los Resultados (EBITDA y Beneficio Neto) de la sociedad.

Las diferentes variables que se suelen analizar son:

- Demanda:
 - Evolución de la Demanda Anual.
 - Composición de la Demanda (ejemplo, vehículos ligeros y pesados de una Autopista).
- Ingresos:
 - Evolución de la cifra de Ingresos en cifras absolutas.

- Evolución de los Ingresos/Pasajeros u otra medida de demanda o volumen de operaciones.
- Costes de Operación:
 - Evolución de la cifra de Costes Totales en cifras absolutas.
 - Evolución de los Costes Variables/Ingresos.
- Análisis del EBITDA:
 - Evolución del EBITDA en cifras absolutas.
 - Evolución del Margen del EBITDA (EBITDA/Ingresos).
 - Evolución del EBITDA/Pasajeros u otra medida de demanda o volumen de operaciones.
- Análisis del Beneficio Neto:
 - Evolución del Beneficio Neto en cifras absolutas.
 - Evolución del Margen del Beneficio Neto (Beneficio Neto/Ingresos).
 - Evolución del Beneficio Neto /Pasajeros u otra medida de demanda o volumen de operaciones.

Flujos de Caja

El flujo de caja es un parámetro imprescindible para analizar la situación financiera de una empresa. El análisis de los flujos de efectivo de un contrato PPP suele incluir los siguientes tipos de Flujos de Caja:

- Flujos de Caja Libre
- Flujos de Caja del Proyecto
- Flujos de Caja disponibles para los Accionistas
- Flujos de Caja de los Accionistas
- Flujos de Caja disponibles para el Servicio de la Deuda
- Flujos de Caja de la Deuda

A continuación se explican los diferentes Flujos de Caja:

- **Flujos de Caja Libre:** El Flujo de Caja Libre muestra el efectivo generado/consumido por el proyecto, sin considerar la Estructura Financiera con que se financia (esto es, fondos propios y deuda). Para calcular el Flujo de Caja Libre se parte del Beneficio antes de Intereses e Impuestos (EBIT) al que se le deduce el impuesto de sociedades, y posteriormente se le añaden las Amortizaciones (que son un gasto que no suponen salida de efectivo). Posteriormente se le añaden el Flujo de Caja correspondiente al flujo de inversiones tanto en Activos Fijos como en Activos Circulantes.
- **Flujos de Caja del Proyecto:** El Flujo de Caja del Proyecto es el saldo disponible que queda del proyecto para pagar a los accionistas y para cubrir el servicio de la deuda (intereses más principal de la deuda) de la empresa, después de descontar las inversiones realizadas en activos fijos y en el capital circulante. El Flujo de Caja del

Proyecto se divide en “Flujo de Caja del Proyecto antes de Impuestos” y en “Flujo de Caja del Proyecto después de Impuestos” (igual que el anterior pero incluyendo el pago de impuestos).

- **Flujos de Caja disponibles para los Accionistas (Equity Cash Flows):** Los flujos de caja disponibles para los accionistas o Equity Cash Flows se corresponden con el efectivo que permanece disponible en la empresa después de impuestos, tras haber cubierto las necesidades de Inversión en Capital Fijo y el incremento en las necesidades de Capital Circulante, habiendo pagado los gastos financieros y el principal de la deuda, y habiendo recibido nueva deuda (Fernández, P., 2006).
- **Flujos de Caja de los Accionistas:** El análisis de los Flujos de Caja de los Accionistas incluye la evolución de la tesorería o efectivo a lo largo del tiempo que aportan o reciben los accionistas con referencia al proyecto. Los Flujos de Caja de los Accionistas son en suma los flujos de caja que realmente han sido distribuidos (o captados) a los Accionistas.
- **Flujos de Caja disponibles para el servicio de la deuda:** El Flujo de Caja disponible para el Servicio de la Deuda es el efectivo que genera la empresa que se puede emplear para el pago del servicio de la deuda. El valor del Flujo de Caja disponible para el Servicio de la Deuda proporciona una medida de cómo la generación de efectivo por la empresa garantiza el pago del servicio de la deuda.
- **Flujos de Caja de la Deuda:** El análisis de los Flujos de Caja de la Deuda incluye la evolución de todos los flujos de caja relativos a la Deuda, incluido la dotación / desdotación de la Cuenta de Reserva del Servicio de la Deuda y el uso de Líneas de Crédito para necesidades puntuales de tesorería.
Además de los flujos de caja de la deuda, se suele analizar también la evolución del Principal Pendiente de la Deuda.

Ratios Financieros

Los ratios financieros sirven para analizar la situación económica y patrimonial de una empresa y para analizar la magnitud y dirección de los cambios sufridos en la empresa durante un periodo de tiempo.

El análisis financiero de un contrato PPP suele incluir los siguientes tipos de ratios financieros:

- Solvencia
- Liquidez
- Rentabilidad
- Cobertura de la Deuda
- Apalancamiento

A continuación se explican los principales ratios financieros usados en el análisis financiero de proyectos de infraestructuras:

- **Solvencia:** Los ratios de solvencia miden la capacidad de la empresa para hacer frente a sus obligaciones, tanto en el corto como en el largo plazo. Indica la relación existente entre las inversiones realizadas y el patrimonio y deuda de una empresa. Cuanto mayor sea la solvencia de una empresa, menor será el riesgo para los accionistas y los prestamistas de la empresa.
- **Liquidez:** Los ratios de liquidez miden la capacidad de pago de la empresa para hacer frente a sus deudas de corto plazo. Esto es decir, el volumen de efectivo que tiene la empresa para cancelar sus deudas. Cuanto mayor sea la liquidez de la empresa menor será el riesgo de que la empresa no pueda atender sus compromisos a corto plazo.
- **Rentabilidad:** Los ratios financieros de rentabilidad miden cómo la empresa utiliza eficientemente sus activos en relación a la gestión de sus operaciones y sirven para comparar el resultado de la empresa con distintas partidas del balance o de la cuenta de pérdidas y ganancias.
- **Cobertura de la Deuda:** Los ratios financieros de cobertura de la deuda indican la capacidad de la empresa de afrontar el pago de los intereses y del principal del servicio de la deuda. Todos estos ratios se basan en comparar el Flujo de Caja disponible para el Servicio de la Deuda sobre los pagos de intereses y principal de la deuda. Los contratos de financiación suelen definir la forma de cálculo del Flujo de Caja disponible para el Servicio de la Deuda (FCSD), siendo las definiciones más comunes del FCSD: EBITDA o EBITDA menos Impuestos, Flujo de Caja Libre y Flujo de Caja disponible servicio deuda según cascada de flujos de caja.
- **Apalancamiento:** Los ratios de Apalancamiento indican el nivel de endeudamiento de la empresa respecto a su nivel de Recursos Propios. Cuanto mayor sea el nivel de apalancamiento mayor será el riesgo financiero para los acreedores porque los fondos propios podrán absorber menos pérdidas, pero también mayor riesgo para los accionistas puesto que mayor será la volatilidad de los beneficios netos.

2.6. REVISIÓN LITERATURA PPP

En la siguiente tabla se muestra una revisión de la literatura reciente junto con otros trabajos relevantes, que analizan diversos aspectos de los PPP como: incentivos de los PPP a los inversores privados (Iossa, E. y Martimort, D., 2015), el desarrollo de la implantación de los PPP (Engel, E., Fisher, R., y Galetovic, A., 2014), la comparativa de la contratación tradicional y PPP (Hoppe, E. I., y Schmitz, P. W., 2013), las razones de eficiencia que justifican los PPP (Engel, E., Fisher, R., y Galetovic, A., 2013), y el trade-off entre eficiencia y flexibilidad (Ross, T. W., y Yan, J., 2013), el proceso de implantación por la Administración de los PPP (IBRD, 2012), los costes de agencia asociados a los PPP (Iossa, E. y Martimort, D., 2012), diseño óptimo de las tareas a agrupar en un PPP (Chen, B. y Chiu, S., 2010), las claves de éxito en los PPP (Tang, L., Shen Q., y Cheng, E.W.L., 2010), clasificación de los PPP (Delmon, J., 2010; Graeme, A.H., Carsten, G. y Boardman, A.E., 2010), las políticas de la OCDE relativo a los PPP (Araújo, S. y Sutherland, D., 2010), la teoría económica sobre los incentivos a implantar en un PPP (Estache, A., Iimi, A., y Ruzzier, C., 2009), asimetrías de información en los PPP (Auriol, E., y Picard, P.M., 2009), óptimo social y financiación privada de proyectos públicos (De Bettignies, J. E., y Ross, T., 2009), la evolución de los proyectos PPP (Estache, A., Ellis, J., y Trujillo, L., 2007), las políticas de los diferentes países en inversión de infraestructuras (Akitoby, B, Hemming, R. y Schwartz G., 2007), los factores determinantes que favorecen el desarrollo de los PPP (Hammami, M., Ruhashyankiko, J.F. y Yehoue, E. B., 2006), los riesgos de construcción (Bomel Limited, 2006), las mejores prácticas en proyectos PPP (PriceWaterhouseCoopers, 2005), o la asignación de riesgos en los PPP (Ridolfi, R., 2004).

Tabla 6. Revisión Literatura PPP

Autores	Contenido
Iossa, E. & Martimort, D. (2015) "The Simple Microeconomics of Public-Private Partnerships"	<p>Objetivos y Metodología: Analiza los principales incentivos en los PPP y los contratos óptimos en este entorno. Desarrolla un modelo básico con aversión al riesgo donde se consideran los efectos de los incentivos, la transferencia de riesgos, y las relaciones de trade-off entre incentivos y flexibilidad.</p> <p>Resultados y Aportaciones: Los PPP son más beneficiosos cuando una mejor calidad de la infraestructura reduce de forma significativa los costes incluyendo el mantenimiento, y cuando la calidad de la infraestructura tiene una gran incidencia en la calidad del servicio y en la demanda, y cuando la demanda del servicio es estable y fácilmente predecible.</p>
Engel, E., Fisher, R., & Galetovic, A. (2014) "The Economics of Public-Private Partnerships: A Basic Guide"	<p>Objetivos y Metodología: Revisar la experiencia de la implantación de los proyectos PPP en diferentes países en los últimos 25 años.</p> <p>Resultados y Aportaciones: El estudio explica cuando y como los PPP deben ser usados y aporta recomendaciones específicas para mejorar los programas PPP.</p>

Hoppe, E. I., & Schmitz, P.W. (2013) “Public-private partnerships versus traditional procurement: Innovation incentives and information gathering”	<p>Objetivos y Metodología: El estudio analiza los dos modelos de provisión de infraestructuras: la contratación tradicional con contratos separados (construcción, operación,...) o los PPP.</p> <p>Resultados y Aportaciones: El estudio concluye que los dos modelos tienen diferentes incentivos para innovar, para la recogida de información y sobre los costes futuros para adaptar la provisión del servicio a las nuevas circunstancias del proyecto.</p>
Engel, E., Fisher, R., & Galetovic, A. (2013) “The basic public finance of public-private partnerships”	<p>Objetivos y Metodología: Los PPP se han justificado tradicionalmente porque liberan recursos públicos o evitan impuestos distorsionadores. El estudio analiza las razones de eficiencia que justifican los PPP como el riesgo de demanda, las tasas a los usuarios o el coste de oportunidad de los recursos públicos.</p> <p>Resultados y Aportaciones: El estudio concluye que el contrato óptimo de PPP se implementaría a través de un proceso competitivo con suficiente información disponible para todos los agentes. La duración óptima del contrato debería ser menor cuando hay garantías de ingresos.</p>
Ross, T. W., & Yan, J. (2013) “Efficiency vs. flexibility in public-private partnerships”	<p>Objetivos y Metodología: El estudio modeliza las relaciones de trade-off de la decisión de un Gobierno entre utilizar un PPP o un contrato tradicional para la provisión de un servicio público. Aunque un PPP introduce mayores incentivos para disminuir los costes de los servicios, los PPP implican también contratos a largo plazo que pueden ser relativamente inflexibles.</p> <p>Resultados y Aportaciones: El estudio concluye que la elección óptima entre PPP o contratación tradicional depende de varios factores incluyendo la probabilidad de introducir cambios, los costes de cambiar o el poder de negociación del gobierno. La elección óptima también depende de si el objetivo del Gobierno es maximizar el “value for money” o el excedente social.</p>
IBRD (2012) “Public-Private Partnerships Reference Guide”	<p>Objetivos y Metodología: Establece una guía de referencia para los proyectos PPP, dando una visión global y completa sobre el proceso de desarrollo de los PPP orientada a los responsables públicos de implantar proyectos PPP.</p> <p>Resultados y Aportaciones: El estudio aborda cuestiones prácticas para los responsables públicos, como en que situaciones conviene utilizar los PPP, que tipo de marco legal, político e institucional se requiere para implantar los PPP, o cuál es el proceso para el desarrollo e implantación de un proyecto PPP.</p>
Iossa, E., & Martimort, D. (2012) “Risk allocation and the costs and benefits of public-private partnerships”	<p>Objetivos y Metodología: El estudio analiza los costes de agencia de delegar mediante un PPP la provisión de un servicio público, centrándose en los vínculos entre la forma de la organización y la incertidumbre en la implantación del proyecto. Considera un entorno con un riesgo moral dinámico donde nueva información puede aparecer durante las operaciones.</p> <p>Resultados y Aportaciones: El estudio concluye que en un PPP se pueden obtener mejoras en la eficiencia mediante un mejor</p>

	diseño del proyecto y reduciendo la incertidumbre a través de un aumento de la experiencia en el sector. Las innovaciones radicales o la introducción de nuevos servicios sin el conocimiento o experiencia suficiente pueden generar información asimétrica y deseconomías.
Chen, B., & Chiu, S. (2010) "Public-private partnerships: Task interdependence and contractibility"	<p>Objetivos y Metodología: Evalúa el acuerdo óptimo de un PPP entre agrupar o no las tareas de construcción y operación y propiedad privada versus propiedad pública. El estudio asume que la innovación en la fase de construcción tiene impacto en el coste de operación.</p> <p>Resultados y Aportaciones: El estudio analiza diferentes marcos contractuales, y la conclusión a la que llega es que contrariamente al sentido común la complementaridad entre tareas favorece el desagregar actividades en vez de agruparlas.</p>
Tang, L., Shen, Q., & Cheng, E.W.L. (2010) "A review of studies on Public-Private Partnership projects in the construction industry"	<p>Objetivos y Metodología: El estudio revisa los estudios sobre PPP publicados en las seis principales publicaciones de construcción, con el objetivo de comparar y contrastar las aportaciones de estos estudios sobre las mejores prácticas y el desarrollo futuro de los PPP.</p> <p>Resultados y Aportaciones: El estudio analiza los factores de riesgo en los proyectos PPP y las estrategias sobre la gestión del riesgo. Así como las claves de éxito en la financiación de proyectos o las relaciones entre el sector público y privado en los proyectos PPP.</p>
Delmon, J. (2010) "Understanding Options for Public-Private Partnerships in Infrastructure"	<p>Objetivos y Metodología: El estudio provee una metodología para clasificar los contratos PPP en Infraestructuras en base a las siguientes características: activo nuevo o existente, las obligaciones en la construcción y en la provisión del servicio del sector privado, la financiación aportada por el sector privado al proyecto y la fuente de ingresos del proyecto. La metodología es testada con 15 diferentes proyectos en diferentes sectores.</p> <p>Resultados y Aportaciones: El estudio mediante la metodología de clasificación propuesta, facilita la clasificación de los contratos PPP y clarifica para cada tipología de PPP las obligaciones y los riesgos asumidos por el sector privado.</p>
Graeme, A.H., Carsten, G. & Boardman, A.E. (2010) "International Handbook on Public-Private Partnerships"	<p>Objetivos y Metodología: Examina la experiencia a nivel global de proyectos PPP de contratos de infraestructuras a largo plazo, el papel de los stakeholders y las tendencias sobre el desarrollo futuro de los PPP.</p> <p>Resultados y Aportaciones: El estudio clasifica los proyectos PPP en cinco familias, evalúa la efectividad de las diferentes opciones y concluye que los PPP son un método adecuado para el desarrollo de proyectos de infraestructuras.</p>
Araújo, S. & Sutherland, D. (2010) "Public-Private"	<p>Objetivos y Metodología: El estudio emplea un cuestionario cuyas respuestas son usadas como indicadores sintéticos para evaluar como las políticas de la OCDE benefician el desarrollo de los PPP.</p>

Partnerships and Investment in Infrastructure”	Resultados y Aportaciones: Los resultados del cuestionario muestran una gran heterogeneidad sobre el uso de los PPP entre diferentes países, lo que sugiere que hay una gran oportunidad de mejora sobre la aplicación de los PPP y de aumentar el expertise de los gobiernos a través de aprovechar las experiencias de otros países.
Estache, A., Iimi, A., & Ruzzier, C. (2009) “Procurement in Infrastructure. What Does Theory Tell us”	<p>Objetivos y Metodología: El estudio examina diferentes teorías económicas que pueden ayudar a los gobiernos a la toma de decisiones sobre la provisión de infraestructuras públicas. La teoría sugiere que en general es una buena opción contratar infraestructuras al sector privado bajo un contrato con fuertes incentivos como un contrato de precios fijos.</p> <p>Resultados y Aportaciones: El estudio concluye que la propiedad debe estar alineada con los objetivos del desarrollo de la infraestructura, teniendo la propiedad pública o privada sus ventajas. La mejor opción parece ser integrar varias tareas (inversión y operación) bajo la misma propiedad (pública o privada) si hay externalidades positivas.</p>
Auriol, E., & Picard, P.M. (2009) “A theory of BOT concession contracts”	<p>Objetivos y Metodología: El estudio analiza la elección entre concesiones BOT y gestión pública cuando los Gobiernos y las Empresas no comparten la misma información sobre las características de la operación de una infraestructura. El estudio emplea funciones de demanda lineal y funciones de costes uniformes.</p> <p>Resultados y Aportaciones: El estudio concluye que cuando son mayores los precios sombra de los fondos públicos y mayores las asimetrías de información, entonces los Gobiernos tienden a escoger concesiones BOT como la mejor opción.</p>
De Bettignies, J. E., & Ross, T. (2009) “Public private partnerships and the privatization of financing: An incomplete contracts approach”	<p>Objetivos y Metodología: El estudio analiza la cuestión de si la financiación privada de proyectos públicos es óptima. Para ello, examina el número de tareas a ser contratada (diseño, construcción, operación,...) y si la función de financiación de la infraestructura es o no óptima delegarla a la parte privada.</p> <p>Resultados y Aportaciones: El estudio concluye que en el desarrollo de proyectos de infraestructuras los inversores privados solo pueden financiar determinados proyectos que tienen un alto valor financiero, mientras que los gobiernos no afrontan las mismas restricciones y pueden financiar un amplio número de tipos de proyectos.</p>
Estache, A., Ellis, J., & Trujillo, L. (2007) “Public-Private Partnerships in Transport”	<p>Objetivos y Metodología: El estudio analiza la evolución de los proyectos PPP de transporte en el período 1990-2005, con especial énfasis en la financiación de los proyectos, en la asignación de riesgos en el diseño del PPP y en los mecanismos de regulación.</p> <p>Resultados y Aportaciones: El estudio concluye que los casos analizados muestran que hay numerosos casos de éxito que permiten confiar en los PPP para el desarrollo de los proyectos de transporte, especialmente puertos, aeropuertos y autopistas con</p>

	una alta ocupación. Sin embargo los PPP no son la opción óptima para países con un riesgo político o institucional alto.
Akitoby, B., Hemming, R. & Schwartz, G. (2007) "Public Investment and Public-Private Partnerships"	<p>Objetivos y Metodología: El estudio analiza como incrementar la inversión pública en infraestructuras mediante PPP. Para ello analiza las políticas de inversión en infraestructuras realizadas por ocho países (Brasil, Chile, Colombia, Etiopía, Ghana, India, Jordania y Peru) y como ha afectado la consolidación presupuestaria en la inversión pública.</p> <p>Resultados y Aportaciones: El estudio concluye que en los países analizados la consolidación fiscal ha contribuido a una disminución de la inversión pública. Como alternativa para aumentar la inversión en infraestructuras recomienda el uso de PPP, aunque recomienda que para que sean eficientes han de estar bien diseñados.</p>
Hammami, M., Ruhashyankiko, J.F. & Yehoue, E. B. (2006) "Determinants of Public-Private Partnerships in Infrastructure"	<p>Objetivos y Metodología: Realiza un análisis empírico de varios países e industrias acerca de los factores determinantes que favorecen el desarrollo de los acuerdos PPP.</p> <p>Resultados y Aportaciones: El estudio concluye que los PPP tienden a ser más comunes en los países que tienen más restricciones presupuestarias, y con un mayor mercado interior. A mayor seguridad jurídica mayor desarrollo de los PPP. La participación privada en los PPP depende en gran medida de la financiabilidad de los proyectos y de la tecnología empleada.</p>
Bomel Limited (2006) "The global perspective in addressing construction risks"	<p>Objetivos y Metodología: El estudio presenta una metodología para la evaluación de riesgos de construcción, con el objetivo de seleccionar el método con el menor riesgo global de construcción. Desarrolla una herramienta denominada "Global Risk Toolkit".</p> <p>Resultados y Aportaciones: El estudio desarrolla una metodología para la evaluación cuantitativa de los riesgos globales. Incluyendo perfiles de riesgo de la industria de construcción, probabilidades de accidentes y las consecuencias financieras de esos accidentes.</p>
PriceWaterhouseCoopers (2005) "Delivering the PPP Promise. A review of PPP Issues and activity"	<p>Objetivos y Metodología: Evalúa las ventajas y desventajas del uso de los PPP en los proyectos de Infraestructuras. Analiza las mejores prácticas en proyectos PPP implantados en varios países de Europa y establece una serie de recomendaciones para mejorar la eficiencia de los PPP.</p> <p>Resultados y Aportaciones: El estudio establece una serie de recomendaciones para el desarrollo de los PPP en Europa como el establecimiento de Centros de PPP nacionales, el desarrollo de procedimientos de contratación por la Unión Europea, mejoras en la legislación de los PPP.</p>
Ridolfi, R. (2004) "Resource Book on PPP Case Studies"	<p>Objetivos y Metodología: El estudio analiza la implantación de 26 proyectos PPP en los sectores de agua, tratamiento de residuos y transporte en varios países europeos, en base a seis variables: valor de la inversión, duración del contrato, transferencia de responsabilidades al privado, riesgo de demanda, riesgo de disponibilidad y tipo de contrato.</p>

	<p>Resultados y Aportaciones: El estudio concluye que el factor principal en el diseño de los PPP es la transferencia de riesgos, y que un diseño óptimo establece que el riesgo debe ser asumido por la parte que mejor puede manejarlo. Lo que incluye comprender las fortalezas y limitaciones de cada parte.</p>
--	---

Fuente: Elaboración propia

3. FUENTES DE FINANCIACIÓN

3.1. INTRODUCCIÓN

De forma tradicional, los proyectos de infraestructuras se han realizado mediante la contratación directa por la Administración, que ha financiado esos proyectos con los ingresos públicos proveniente de los impuestos y con la emisión o contratación de deuda pública.

En los años recientes se ha ido multiplicando el desarrollo de infraestructuras mediante PPP. En este tipo de contratos el sector privado tiene una involucración mucho mayor, participando en la financiación del proyecto (generalmente bajo la modalidad *Project Finance*) y en su gestión. Manteniendo las Administraciones Públicas la titularidad de la infraestructura y el rol del regulador del servicio público prestado por la Infraestructura.

Tras las dificultades en la financiación de proyectos de infraestructuras provocado por la crisis financiera (Hellowell et al., 2012), las medidas de apoyo de las Administraciones públicas para la financiación de infraestructuras han aumentado. A nivel europeo el nuevo Plan de Inversiones en Infraestructuras de la UE dotado con 315 mil millones de euros y la política monetaria expansiva del Banco Central Europeo acabará seguramente con las restricciones tras la crisis financiera en la financiación de infraestructuras (Rossi, E., y Stepic, R., 2015). Aunque diversos estudios como el realizado por Chen et al. (2011) muestran que un aumento de la liquidez en el mercado no conlleva automáticamente un mayor nivel de financiación o inversión en la economía.

En este capítulo se analizarán las diferentes fuentes de financiación disponibles para los proyectos de Infraestructuras, las medidas de apoyo público de los proyectos de infraestructuras, considerando tanto aquellos pagos que realiza la Administración al concesionario en las fases de construcción y operación, como las aportaciones de capital y deuda realizadas por la Administración a los Concesionarios de las PPP, y las garantías otorgadas por la Administración en favor de los acreedores financieros.

En referencia a la financiación privada de proyectos de infraestructuras, se analizarán las diversas fuentes de financiación desde los recursos propios aportados por los licitadores o sponsors, las diferentes modalidades de préstamos de entidades financieras, y las aportaciones de capital y emisiones de bonos provenientes del mercado de capitales y de inversores institucionales.

3.2. FINANCIACIÓN DE LA DEUDA

3.2.1. TIPOS DE CONTRATOS DE DEUDA

Tipos de financiación

Existen diferentes contratos de deuda o modalidades de financiación dependiendo de diferentes variables como las garantías del préstamo, el tipo de prestamista o la duración del préstamo. Estas diferentes modalidades se combinan entre sí. Por ejemplo, un préstamo sindicado puede ser tanto para un préstamo corporativo como para un *Project Finance*. O un *Project Finance* se puede financiar mediante un préstamo bancario o la emisión de bonos. Por ese motivo, los tipos de financiación se pueden clasificar de forma diferente atendiendo a diferentes criterios.

Otros métodos de financiación de infraestructuras son la titulización de activos, vehículos de fondos de deuda o acuerdos de financiación conjunta entre bancos e inversores institucionales (Della, R. y Gatti, S., 2014).

Las principales modalidades de financiación de terceros se pueden clasificar en función de:

- **Garantías del préstamo:** financiación corporativa (corporate finance), financiación de activos (asset finance), financiación de proyectos (project finance), titulización de activos (asset securitisation) u otras formas de financiación como cesiones de derechos de crédito o leasing.
- **Tipo de Mercado:** préstamos de entidades financieras (mercado de deuda) o emisiones de bonos adquiridos por inversores (mercado de capitales).
- **Número de entidades otorgadoras de un préstamo:** préstamos bilaterales, club deals o préstamos sindicados.
- **Duración del préstamo:** préstamos a largo plazo o financiación permanente, mini-perms y préstamos de circulante o líneas de crédito.
- **Financiación cuasi-capital:** préstamos subordinados de accionistas, préstamos participativos de administraciones públicas y obligaciones convertibles.

Garantías del préstamo

Existen diferentes modalidades de financiación atendiendo al garante del préstamo y a las garantías otorgadas a los prestamistas:

- **Corporate Finance:** Es una modalidad de financiación basada en el balance y la generación de caja de la empresa en su conjunto. Los prestamistas otorgan financiación a la empresa en base al valor que los prestamistas otorgan a la empresa, existiendo un recurso completo de la deuda frente al balance y patrimonio de la empresa. Las ventajas de esta modalidad de financiación es que los costes de transacción y los spreads son menores frente a otras modalidades de financiación, pero el riesgo para los accionistas es mayor, además de consumir capacidad de financiación de la empresa para futuros proyectos.

- **Asset Finance:** La financiación de activos consiste en financiar la adquisición de activos en base al valor del propio activo como elemento para el pago de los préstamos que lo financian. El sector más representativo es el inmobiliario, donde el único recurso de los prestamistas es el activo sin que exista recurso a la empresa que lo posee. El valor de tasación del activo limita la financiación disponible respecto a su valor de mercado. Esta modalidad de financiación se ve limitada para la financiación de activos que cuentan con un alto nivel de liquidez en el mercado, como los activos inmobiliarios.
- **Project Finance:** Financiación de un proyecto sin recurso o con recurso limitado a los socios, que se basa en la capacidad de generación de flujos de caja estables por el proyecto para el repago del servicio de la deuda. Las ventajas son que no suponen el aporte de garantías por los promotores, aunque los costes de transacción y los spreads son mayores que en la financiación corporativa.
- **Titulización:** La titulización consiste en transformar cualquier tipo de derechos de crédito en títulos de renta fija que se colocan total o parcialmente entre inversores en los mercados de capitales.
- **Otras formas de financiación:** Financiación de operaciones que se basa en el esquema contractual propuesto: por ejemplo, cesión de derechos de cobro o leasing.

Tipos de mercado

Los tipos de financiación también se pueden clasificar dependiendo del tipo de mercado y la naturaleza del prestamista, pueden ser:

- **Préstamos de entidades financieras (mercado de deuda):** los prestamistas son entidades financieras o de crédito.
- **Emisiones de Bonos (mercado de capitales):** los prestamistas son inversores que adquieren los bonos como pueden ser fondos de pensiones y fondos de inversiones.

Número de entidades financieras

Los préstamos de entidades financieras atendiendo al número de entidades financieras pueden clasificarse como:

- **Préstamos bilaterales:** son préstamos otorgados por una única entidad financiera a un prestatario.
- **Club Deal:** son préstamos otorgados por un grupo de entidades financieras, sin que exista garantía de aseguramiento.
- **Préstamos sindicados:** son préstamos otorgados generalmente por un número amplio de entidades financieras.

Duración del préstamo

Según la duración del préstamo, los préstamos se pueden clasificar como:

- **Financiación permanente o a largo plazo:** la duración del préstamo es a largo plazo y cubre todo el período de necesidad de financiación del proyecto.
- **Mini-Perm:** son préstamos diseñados para no cubrir todo el período de necesidad de financiación del proyecto, con el fin de que sean refinanciados.
- **Préstamos a corto plazo y Líneas de crédito:** son préstamos a corto plazo que tienen como fin financiar necesidades de circulante, financiación del IVA de construcción o cuentas de reserva.

Financiación cuasi-capital

Otras modalidades de financiación que son cuasi-capital y que suelen computar como parte de los fondos propios de la sociedad son:

- **Préstamos subordinados de accionistas:** los accionistas de una sociedad proyecto además de las aportaciones de capital pueden por razones fiscales otorgar parte de la financiación del proyecto en forma de préstamos subordinados.
- **Préstamos participativos de administraciones públicas:** las administraciones públicas para apoyar el desarrollo de proyectos de infraestructuras, pueden otorgar financiación al proyecto en forma de préstamos participativos.
- **Obligaciones convertibles:** son instrumentos de deuda que se emiten con la opción de que el suscriptor pueda canjearla por acciones u otro tipo de obligaciones del emisor. Las obligaciones convertibles son relativamente frecuentes en Corporate Finance aunque prácticamente inexistentes en Project Finance.

Medidas de apoyo público para la financiación de proyectos

Existen diversas medidas de apoyo público para la financiación de proyectos de infraestructuras, como son:

- **Cofinanciación del gobierno:** se realizan aportaciones públicas o de organismos multilaterales de forma directa para la financiación del proyecto.
- **Aseguramiento de la financiación por el Gobierno:** el Gobierno acuerda previamente con los prestamistas las condiciones de la financiación.
- **Garantías de crédito del Gobierno:** El Gobierno proporciona garantías de crédito a los prestamistas.

En el diseño de contratos PPP, el Gobierno puede aumentar el valor de un proyecto introduciendo en el contrato opciones estratégicas como la flexibilidad de aplazar el proyecto, de modo que en el proceso de evaluación del proyecto por los licitadores aumenta el valor del proyecto al considerar la valoración de esas opciones (Garvin, M. y Cheah, Y., 2004).

3.2.2. PROJECT FINANCE Y CORPORATE FINANCE

Características de los Préstamos Corporativos

La forma más frecuente de financiación de las empresas son préstamos corporativos concedidos por las entidades financieras. Los prestamistas tienen como garantías la totalidad de la capacidad de generación de caja de la empresa y el balance de la empresa.

Los préstamos corporativos en circunstancias normales son fáciles de conseguir si la empresa cuenta con una buena calificación crediticia. Además la financiación conseguida no está condicionada a un determinado proyecto, pudiendo ser distribuida entre varios proyectos.

Las ventajas de estos préstamos para los prestamistas es que el riesgo de crédito se diversifica entre todas las actividades de la empresa, ya que el financiador tiene como garantía la totalidad de la empresa.

Los préstamos corporativos tienen como principales ventajas para los prestatarios que tienen unos costes de transacción y unos spread menores que otros tipos de financiación. Por el contrario, los préstamos corporativos tienen los inconvenientes para los prestatarios que elevan el nivel de riesgo que asumen y que afectan a la calidad crediticia de la empresa y por tanto a su capacidad futura de obtener financiación para otros proyectos.

En la toma de decisiones de financiación de proyectos, el principio fundamental en que deben basarse las decisiones financieras de una empresa es llevar a cabo aquellas inversiones que incrementan el valor de la empresa (Berk, J., et al., 2012).

Características del Project Finance

El Project Finance es una modalidad de financiación sin recurso a garantías corporativas (o con garantías limitadas de los Sponsors) que se sustenta en la generación de flujos de caja del proyecto para el repago del servicio de la deuda y en los activos de la Sociedad Vehículo que lleva a cabo el Proyecto como colateral de los prestamistas (Tan, W., 2007). La Sociedad Vehículo o SPV es la responsable ante los prestamistas de los préstamos concedidos.

Los Sponsor o socios promotores del proyecto a la vez que socios industriales del proyecto (constructores, operadores, fabricantes,...) son accionistas de la sociedad vehículo. Mediante la financiación Project Finance, los Sponsors limitan su exposición al proyecto a las aportaciones de capital (y préstamos subordinados) realizadas a la Sociedad Proyecto.

La modalidad del Project Finance en Infraestructuras se utiliza para la financiación de proyectos que permitan generar unos flujos de caja suficientes de forma estable. Los financiadores antes de otorgar la financiación realizan una due diligence del proyecto con el fin de evaluar la viabilidad financiera del proyecto y la capacidad de repago del servicio de la deuda en diferentes escenarios.

El Project Finance a diferencia de los Préstamos Corporativos no se basa en la capacidad financiera de los promotores del proyecto. Pero los financiadores para otorgar la financiación exigen que los Sponsors tengan un track record en la gestión de proyectos similares y demuestren que tienen capacidad para llevar a cabo de forma exitosa el nuevo proyecto.

Las ventajas del Project Finance para los Sponsors son que permite acometer proyectos que exigen gran endeudamiento sin que se requieran garantías corporativas, y permiten generalmente un mayor apalancamiento y se aísla el riesgo respecto a la matriz.

Los principales inconvenientes del Project Finance para los Sponsors son que el coste de la financiación suele ser más elevado, tiene mayores costes de transacción y los accionistas pierden flexibilidad sobre el proyecto.

El análisis de riesgos del proyecto, como por ejemplo el riesgo de construcción (Blanc-Brude, F., y Makovsek, D., 2013), es uno de los aspectos principales que tienen en cuenta las entidades financieras cuando evalúan la concesión de un *Project Finance*.

Estructuras de un préstamo corporativo y de un préstamo Project Finance

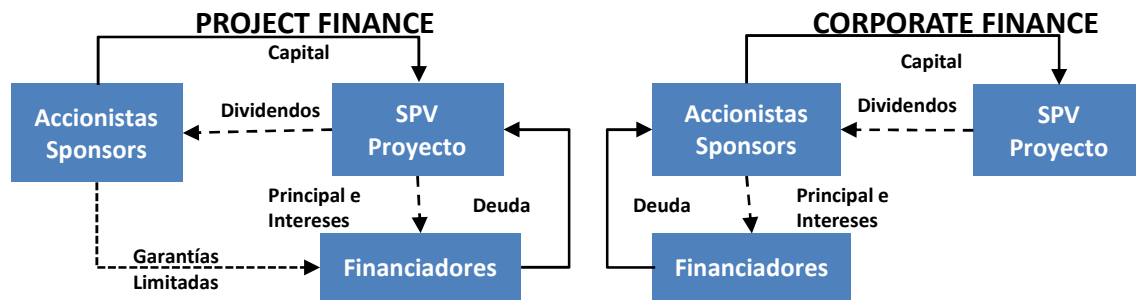
Un determinado proyecto llevado a cabo por una sociedad vehículo puede ser financiado totalmente por los Sponsors o promotores a través de préstamos corporativos o ser financiado mediante aportaciones de capital de los accionistas y préstamos otorgados directamente a la sociedad proyecto sin recurso a los accionistas (Project Finance).

En los préstamos corporativos los prestamistas financian directamente a los promotores o Sponsors del proyecto que son a su vez accionistas de la sociedad proyecto. Los accionistas aportan a su vez los fondos necesarios a la sociedad proyecto en forma de capital (y en su caso deuda subordinada) y reciben los dividendos (y los intereses de la deuda subordinada) de la sociedad proyecto. El pago del servicio de la deuda es realizado por los promotores a los prestamistas, empleando para ello los dividendos recibidos por la sociedad proyecto y los recursos de la empresa.

En los préstamos *Project Finance* los prestamistas financian directamente a la sociedad proyecto o SPV, sin recurso a los accionistas. Los accionistas limitan su aportación a la sociedad proyecto a los desembolsos de capital (y en su caso deuda subordinada). La sociedad proyecto realiza el pago del servicio de la deuda a los prestamistas, y si existen recursos suficientes reparte dividendos a los accionistas.

En la siguiente figura se muestra la diferente estructura de un préstamo corporativo o de un préstamo Project Finance para financiar una SPV encargada de ejecutar un proyecto.

Figura 17. Estructura de un préstamo Project Finance y de un préstamo Corporate Finance



Fuente: Elaboración Propia

Diferencias entre los préstamos corporativos y los préstamos Project Finance

Los préstamos corporativos y los préstamos Project Finance presentan diferencias significativas en cuanto a costes de financiación, riesgos, garantías, evaluación crediticia o flexibilidad de los accionistas en referencia a inversiones o distribuciones de dividendos.

Los préstamos corporativos resultan adecuados para financiar las operaciones habituales de la empresa. Mientras que los préstamos *Project Finance* son adecuados para grandes proyectos con flujos de caja predecibles y que a la empresa le conviene aislar del resto de activos con el fin de limitar el riesgo del proyecto.

Los préstamos *Project Finance* de Infraestructuras se caracterizan porque tienen habitualmente un alto nivel de apalancamiento (entorno al 80-85%). Las razones de este alto nivel de apalancamiento son en parte por las garantías explícitas e implícitas que otorgan los Gobiernos para favorecer el desarrollo de infraestructuras, y por las políticas de financiación de los bancos que favorecen estructuras de capital con abundante deuda cuando estiman que esa deuda es segura (DeAngelo, H. y Stulz, R.M., 2013).

La financiación *Project Finance* puede ser otorgada por entidades financieras privadas o por organismos multilaterales como el Banco Europeo de Inversiones. La preferencia por parte del Promotor de una u otra fuente de financiación depende de diversos factores. Una de las ventajas de las entidades financieras privadas sobre los multilaterales o prestamistas públicos es la capacidad de renegociar las condiciones del préstamo en caso de dificultades financieras de la empresa (Jayant, R., et al., 2011).

En la siguiente tabla se indican las principales diferencias entre los préstamos corporativos y los préstamos *Project Finance*:

Tabla 7. Diferencias entre Project Finance y Corporate Finance

Variables	Corporate finance	Project finance
Costes de financiación	Menores costes de transacción y spreads de deuda	Mayores costes de transacción y spreads de deuda
Estructuras financieras	Fácilmente duplicables, estándares comunes	Estructuras hechas a la medida del proyecto, y generalmente no pueden reutilizarse
Vehículo de financiación	Organizaciones multi-propósito	Organizaciones para un propósito específico
Riesgos	Los riesgos están diversificados entre la cartera de proyectos del Promotor	Los riesgos están concentrados en un único proyecto
Garantías	Los prestamistas tienen como garantía del préstamo la totalidad de la empresa	Los prestamistas tienen como únicas garantías los flujos de caja y activos del proyecto
Evaluación crediticia	Los prestamistas analizan el balance y el flujo de caja global de la empresa	Los prestamistas se basan en la viabilidad técnica, garantías contractuales y la capacidad de generación de flujos de caja del proyecto
Decisiones de inversión / asignación recursos	Opaco para los prestamistas	Muy transparente para los prestamistas
Política de dividendos y decisiones de reinversión	Los accionistas actúan de forma autónoma de los prestamistas tanto en el reparto de dividendos como reinversiones	Los contratos de financiación determinan en gran medida la política de dividendos. No se permiten reinversiones
Tamaño de los préstamos	Muy flexible	Requiere una masa crítica con el fin de cubrir los altos costes de transacción

Fuente: Elaboración Propia

3.2.3. PRÉSTAMOS SINDICADOS

Sindicación Bancaria

La manera más frecuente de financiación de los proyectos PPP de infraestructuras en Europa y en otros países ha sido mediante la sindicación de préstamos entre distintas entidades financieras bajo la modalidad Project Finance.

La sindicación bancaria consiste en la agrupación de diferentes entidades bancarias que financian conjuntamente un proyecto (Standard&Poor's, 2011). De este modo el Sponsor puede más fácilmente conseguir el volumen de financiación necesario y las entidades financieras diversifican su riesgo tomando participaciones de deuda en diferentes proyectos.

En la sindicación bancaria participan los siguientes agentes (Tripp, R., 2006):

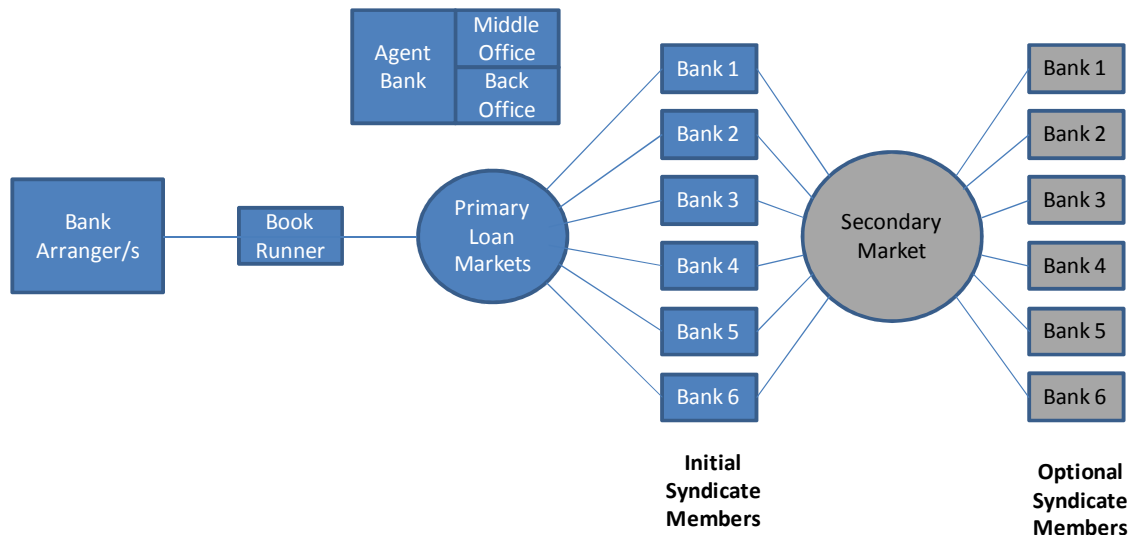
- **Mandated Lead Arranger (MLA):** El Mandated Lead Arranger (MLA) es el banco (o los bancos) mandatado por el sponsor responsable de estructurar, organizar y dirigir la sindicación del préstamo entre las potenciales entidades financiadoras. En un préstamo sindicado puede haber uno o varios bancos que actúen como arranger. Dependiendo de su grado de implicación cada entidad puede ser "Mandated Lead", "Lead" o "Co-Arranger".
En caso de tratarse de una sindicación asegurada (*underwriting*), el MLA asume el riesgo de aseguramiento del préstamo garantizando al Sponsor la otorgación de la totalidad del préstamo aunque no consiga colocar la sindicación prevista a otras entidades. El MLA es pagado a través de un *arranger fee* (comisión de coordinación) *skimming* (la diferencia entre el spread o tipo de interés pagado al arranger y la tasa colocada en la sindicación) o *structuring fee* (comisión por estructuración de la deuda).
- **Book Runner:** El MLA, o uno de los bancos que actúan como arranger, actúa también como *book runner*. La función del *book runner* es mantener un registro de la cantidad de deuda que quiere asumir cada uno de los bancos sindicados.
- **Agent Bank:** El Banco Agente (*Bank Agent*) representa los intereses de todos los miembros del sindicato y administra el préstamo en nombre del sindicato. El Banco Agente tiene la función de gestionar toda la documentación contractual referente al préstamo, actúa como cauce de comunicación entre el prestatario y el sindicato bancario monitorizando el cumplimiento de condiciones por el prestatario (cuentas anuales, cumplimiento de ratios, etc.) y de realizar el cobro del servicio de la deuda y gestionar los fondos entre el prestatario y los bancos del sindicato (cada importe relativo al préstamo se ha de repartir entre los miembros del sindicato de acuerdo a las proporciones del préstamo y las reglas del contrato de préstamo). Generalmente el banco agente es la misma entidad que previamente ha ejercido la función de MLA.
- **Bancos del Sindicato:** Los bancos participantes en el Sindicato son aquellas entidades financieras interesadas en suscribir una parte del préstamo sindicado, siendo sus remuneraciones establecidas en el Contrato de Financiación.

La colocación primera del préstamo sindicado entre los bancos iniciales del sindicato se llama *Primary loans Market*. Los bancos del sindicato no están obligados a mantener su participación toda la vida del préstamo, y en ocasiones venden sus participaciones del préstamo a otros inversores en el mercado secundario (*secondary market*).

Generalmente la misma entidad financiera actúa como "lead arranger" y "banco agente", con lo que tiene una doble función: como banco líder es escogido por el prestatario para obtener financiación a través de un sindicato de entidades, y como banco agente es representante de los otros bancos para gestionar el préstamo en nombre de los bancos sindicados (Ajayi, T., y Sosan, M., 2013). Esa doble función origina en ocasiones potenciales conflictos de interés.

En la siguiente figura se indican los principales agentes que participan en un préstamo sindicado:

Figura 18. Agentes de un préstamo sindicado



Fuente: Tripp, R. (2006), "How loan markets work"

Proceso de sindicación de la Deuda

Dependiendo del nivel de compromiso del Arranger la sindicación de la deuda puede estar asegurada (underwritten) o no asegurada (not underwritten o best efforts):

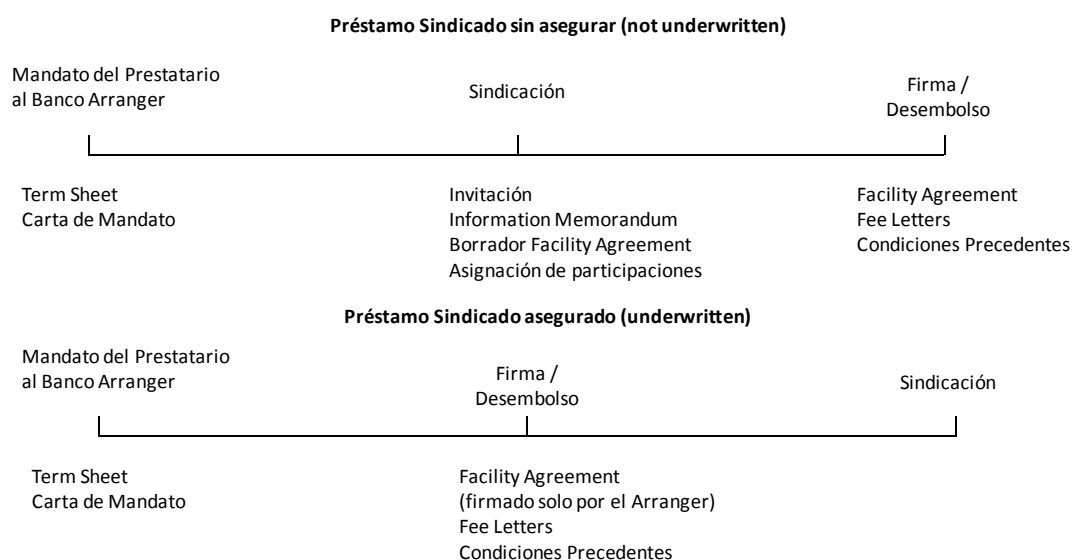
- **Sindicación asegurada (Underwritten):** En una sindicación asegurada los bancos Arranger se comprometen ante el prestatario a garantizar la totalidad del préstamo sindicado. Si no se consigue colocar todo el importe en la sindicación, los bancos Arranger están obligados a absorber la diferencia, pudiendo vender sus participaciones a otros inversores. En ocasiones, si el mercado o la percepción del proyecto empeora el Arranger se ve obligado a vender con un descuento y asumir pérdidas.
- **Sindicación no asegurada o mejores esfuerzos (Best-efforts or not underwritten):** En una sindicación no asegurada los Arranger no se comprometen a asegurar la totalidad del préstamo, pudiendo comprometerse en suscribir sólo una parte del préstamo, y realizar sus mejores esfuerzos en lograr syndicar la totalidad del préstamo. En estas condiciones la colocación final del préstamo depende de las vicisitudes del mercado, pudiendo suceder que el préstamo no sea completamente suscrito (undersubscribed) y no se cierre el crédito.

La sindicación de un préstamo es un proceso donde participan muchos agentes y potenciales inversores, que requiere elaborar numerosa documentación. Los documentos principales (contratos, informes, presentaciones, ...) de un préstamo sindicado son los siguientes:

- **Mandate Letter o Carta de Mandato:** El Sponsor prestatario nombra al Banco Coordinador o Arranger mediante una Mandate Letter (o Commitment Letter). El contenido de la carta de mandato varía dependiendo de si el Arranger es mandatado para hacer sus “best efforts” para sindicar el préstamo o para asegurar el préstamo.
- **Term Sheet:** La Carta de Mandato es firmada habitualmente conjuntamente con un Term Sheet. El Term Sheet establece los términos de la financiación (tipo de préstamos, importes, intereses, comisiones y condiciones o covenants).
- **Information Memorandum:** El Sponsor prestatario y el Arranger preparan un Information Memorandum en base a la información del proyecto suministrado por el Sponsor durante el proceso de Due Diligence y los detalles de la financiación propuesta. El Information Memorandum es enviado por el Arranger a los potenciales bancos del sindicato, que han de firmar una carta de confidencialidad.
- **Syndicated Loan Agreement:** El documento Loan Agreement establece de forma detallada los términos y condiciones para el prestatario del préstamo o Facility.
- **Fee Letters:** El prestatario además de pagar los intereses del préstamo y otros gastos relacionados, debe de pagar unas comisiones a los bancos del sindicato que tienen una mayor responsabilidad o trabajo en el sindicato como el Arranger o el Banco Agente. Los detalles de estas comisiones se definen en documentos aparte para salvaguardar su confidencialidad.

En la siguiente figura se muestra el proceso de un préstamo sindicado asegurado y sin asegurar:

Figura 19. Proceso de un préstamo sindicado



Fuente: Loan market association (2010), “Guide to syndicated loans”

Modalidades de préstamos sindicados

Los préstamos sindicados tienen dos modalidades principales:

- **Term Loan Facility:** En este tipo de préstamos los prestamistas proveen un importe sobre un período de tiempo determinado llamado “term”. Normalmente el prestatario tiene un período corto de tiempo después llamado tiempo de disponibilidad (availability o commitment period) en el cuál puede ir solicitando desembolsos del préstamo hasta un importe máximo establecido. El repago del préstamo se hace en diferentes pagos (instalments) periódicos pudiendo haber una cantidad del préstamo como pago final a la finalización del préstamo (bullet). Una vez el préstamo ha sido devuelto, el prestatario no puede solicitar reutilizar el préstamo.
- **Revolving Loan Facility:** Un préstamo revolving provee al prestatario un capital máximo agregado disponible sobre un determinado período de tiempo; pudiendo el prestatario solicitar un desembolso, pagar y reutilizar importes hasta alcanzar el importe máximo durante el tiempo del préstamo. Funciona de forma similar a una línea de crédito.

Los préstamos sindicados revolving son más comunes en financiaciones corporativas, mientras que los préstamos Project Finance suelen incluir un plazo de devolución o term definido.

Principales comisiones en un préstamo sindicado

Los préstamos sindicados suelen ser a largo plazo y estar referenciados a un tipo de interés variable que se actualiza periódicamente (3, 6 o 12 meses). Generalmente el tipo de interés variable a aplicar se determina en base a un *spread* sobre un tipo de interés base de referencia que normalmente es el EURIBOR o el LIBOR a un plazo determinado (3, 6 o 12 meses).

La determinación del *spread* en los préstamos bancarios tipo Project Finance se debe fundamentalmente al nivel de riesgo del proyecto, la presencia de garantías y al nivel de riesgo país (Bouzguenda, N., 2014).

Diversos estudios muestran también que la elección de la entidad financiera que lidera el préstamo sindicado (*lead arranger*) tiene influencia también en el coste del préstamo. Así los préstamos liderados por “lead arrangers” prestigiosos reduce de forma general los *spreads* de los intereses en comparación con los préstamos dirigidos por otros bancos “arrangers” menos prestigiosos, especialmente en los periodos de estrés financiero (Gatti, S. et al., 2013).

Otro factor que influye en la determinación del *Spread* es la introducción de los credit default swap (CDS), ya que fomenta el desarrollo del mercado secundario de los préstamos sindicados (Amiram, D. et al., 2015).

El valor del *spread* a aplicar puede variar también según el cumplimiento de determinados covenants (ejemplo, según el nivel del ratio de cobertura del servicio de la deuda).

Para evitar el riesgo de tipo de interés en muchos préstamos Project Finance el prestatario contrata un tipo de interés fijo a través de un swap de intereses en que intercambia el tipo de interés variable en que está denominado el préstamo por un tipo de interés fijo. A este tipo de operación se le llama cobertura o *hedging*. Las decisiones de cobertura, financiación e inversión de las empresas están estrechamente vinculadas entre sí (Lin, et al., 2007).

En los préstamos sindicados las entidades financieras, además de cobrar los intereses del préstamo, cobran diversas comisiones según sus funciones (Gadanecz, B., 2004):

- Los bancos arranger cobran por lograr el préstamo una comisión *upfront* o al inicio llamada *praecipium* o *arrangement fee*.
- Los bancos aseguradores cobran una comisión llamada *underwriting fee* por garantizar la disponibilidad de fondos.
- Los participantes senior del sindicato (como el “manager” y “co-manager”) suelen cobrar una *participation fee* dependiendo de su nivel de participación o compromiso.
- Una vez que el crédito está establecido y comprometido el prestatario suele pagar por el importe del préstamo que todavía no ha sido desembolsado un *commitment* o *facility fee* en base a una tasa anual para compensarles por los requisitos de capital regulatorio consumido por el compromiso del préstamo.
- En ocasiones el prestatario de forma adicional al spread sobre la tasa de referencia (LIBOR/EURIBOR) paga una comisión anual llamada *utilisation fee* sobre la parte del préstamo desembolsada.
- El prestatario paga al banco agente una comisión anual llamada *agency fee* con el fin de pagar los costes de administración del préstamo.
- En ciertos préstamos sindicados donde existen retenciones de impuestos (*withholding taxes*) por el pago de intereses, la estructura del préstamo puede incluir un banco *conduit* el cuál desde el país en que está domiciliado canaliza los pagos con el fin de evitar las retenciones de impuestos.
- Los préstamos suelen incluir una cláusula de penalización o *prepayment fee* con el fin de compensar a los prestamistas en caso de que reembolse el préstamo con anterioridad al calendario preestablecido.

En los préstamos sindicados además de la adecuada valoración de las diferentes comisiones vinculadas al préstamo, resulta asimismo relevante la correcta valoración de los derivados de crédito asociados al préstamo como los swaps y swaptions (Hinnerich, M., 2008), ya que tienen un gran impacto en el coste financiero final del préstamo.

En la siguiente tabla se indican las comisiones principales que el prestatario ha de pagar en un préstamo sindicado:

Tabla 8. Estructura de comisiones en un préstamo sindicado

Comisiones	Tipo	Comentarios
Arrangement fee	Al inicio	Se paga a los Arranger por syndicar el préstamo. También llamada praecipium.
Legal fee	Al inicio	Remuneración del asesor legal.
Underwriting fee	Al inicio	Pago por el compromiso de asegurar la financiación durante la primera fase de sindicación.
Participation fee	Al inicio	Recibido por los participantes senior del préstamo sindicado.
Facility / Commitment fee	Anual, sobre el importe no dispuesto	Se paga por la parte de de préstamo que no es usada (comisión de disponibilidad)
Utilisation fee	Anual, sobre el importe dispuesto	Se paga por la parte del préstamo que se utiliza. El prestatario puede así anunciar un spread menor, ya que la "utilisation fee" no siempre se comunica al mercado.
Agency fee	Anual	Es la remuneración por los servicios del Banco Agente.
Conduit fee	Al inicio	Es la remuneración por los servicios del Banco Conduit en aquellas estructuras en las que se trata de evitar el pago de "withholding taxes".
Prepayment fee	Una vez si hay prepagó	Es una penalización por pagar el préstamo de forma anticipada

Fuente: Gadanez, B. (2004), "The Syndicated Loan Market: structure, development and implications".

Covenants de los préstamos sindicados

Los covenants más habituales que los prestamistas suelen incluir en los préstamos sindicados para la financiación de proyectos son los siguientes:

- **Ratios Financieros:** Los contratos de financiación traen como obligación del prestatario cumplir con unos valores mínimos (o máximos) de determinados ratios financieros como:
 - Ratio Anual Cobertura del Servicio de la Deuda (Annual Debt Service Cover Ratio)
 - Ratio Anual de Cobertura de Intereses (Annual Interest Cover Ratio)
 - Loan Life Cover Ratio
 - Project Life Cover Ratio
 - Ratio máximo de apalancamiento
- **Cuentas de Reserva del Servicio de la Deuda:** Los contratos de financiación incluyen como obligación del prestatario dotar una cuenta de reserva para el servicio de la deuda cuyo importe suele ser el importe de los próximos seis meses.
- **Cuentas de Reserva de Inversiones:** En el caso de que el contrato de concesión haga previsible la necesidad de realizar grandes reparaciones o ampliaciones de capacidad

durante el período de operación, los prestamistas pueden obligar al prestatario a dotar una cuenta de reserva con el fin de que disponga de fondos para esas inversiones.

- **No distribución de beneficios:** Los contratos de financiación suelen incluir un período inicial en el cuál no se puede repartir beneficios a los accionistas. Además en caso de que no se cumpliese con alguna condición como cumplimiento de ratios financieros o dotación a las cuentas de reserva, la SPV no puede repartir fondos a los accionistas.

La crisis económica ha aumentado la presión de los prestamistas de introducir en los préstamos sindicados cláusulas que protegen los intereses de los prestamistas y que suelen ser lesivas o perjudiciales para los prestatarios incrementando el nivel de riesgo que han de asumir los accionistas para conseguir la financiación (Murphy, T., 2010). Este tipo de cláusulas son por ejemplo:

- **Events of Default:** Con la crisis económica los prestamistas han aumentado su interés en la introducción de cláusulas de *default*. Al reconocerse que un préstamo entra en *default*, el prestamista adquiere el derecho de exigir al prestatario el vencimiento anticipado del préstamo y exigir el repago total de la deuda. Algunos eventos que se suelen incluir en los contratos de financiación como causa de *default* son:
 - No pago del principal, intereses o comisiones.
 - Incumplimientos de garantías.
 - Incumplimiento de los covenants del contrato de financiación.
 - Incumplimiento de terminar la construcción en un plazo de tiempo determinado después de la fecha prevista de finalización.
 - Insolvencia del prestatario, o cambios adversos en la situación financiera del prestatario o de sus avalistas.
 - Insolvencia del Concedente u otras partes que sean parte esencial del proyecto.
- **Material Adverse Change (MAC):** Las cláusulas *Material Adverse Change* (MAC) o *Material Adverse Effect* (MAE) permiten al prestamista cancelar un acuerdo. Según estas cláusulas cuando ocurre un cambio material adverso, esto es un cambio en las condiciones del proyecto que sea relevante y que tenga un efecto perjudicial sobre la rentabilidad o el nivel de riesgo del proyecto, el prestamista puede antes del cierre financiero cancelar su compromiso de financiación. La introducción de este tipo de cláusulas da el derecho al prestamista de cancelar el contrato si se da un MAC, pero no impide generalmente al prestatario reclamar ante un tribunal el dirimir si se ha producido o no un MAC.
- **Market Flex:** Las cláusulas *Market Flex* permiten al banco *Arranger* alterar los términos incluidos en el contrato de financiación en caso de que tengan dificultades en atraer otros bancos que participen en la sindicación del préstamo. Las cláusulas pueden ser cambios en los precios de financiación con un cap sobre los incrementos de precios, y durante un tiempo limitado del proceso de sindicación. Las cláusulas de Market Flex también pueden hacer referencia al tiempo de duración de los compromisos de aseguramiento por parte de las entidades financieras.

Las cláusulas Market Flex introducen un riesgo en el proyecto sobre el precio y el volumen de financiación, y su introducción se incrementó significativamente con la crisis financiera. En cierto modo suponen un desvirtuamiento del compromiso de aseguramiento del Arranger.

- **Market Out:** Las cláusulas *Market Out* son más drásticas que las cláusulas *Market Flex*, ya que permiten al *Arranger* cancelar su compromiso de aseguramiento sin penalización si se dan ciertas condiciones. Las condiciones habituales de cancelación son: un cambio inesperado en el mercado que haga difícil conseguir la sindicación del préstamo, o cambios materiales adversos que afecten al proyecto ocurridos entre la fecha de compromiso de aseguramiento y el cierre financiero. Las subjetividades de este tipo de condiciones debilita enormemente el compromiso de aseguramiento de las entidades financieras.
- **Market Disruption:** Desde el inicio de la crisis financiera en 2008 las entidades financieras en Europa empezaron a observar que los datos publicados de LIBOR y EURIBOR ya no se correspondían con su coste de financiación en el mercado interbancario, así como de una importante disminución de liquidez en el mercado. En esta situación, se ha empezado a incluir en algunos contratos de financiación una cláusula conocida como "*market disruption clause*". Existen dos tipos de cláusulas: una basada en el modelo de la Loan Market Association (LMA) del Reino Unido, y otra que se aplica en Europa Continental basada en la fuerza mayor.

La cláusula Market Disruption del "LMA" se basa en que si existe una interrupción de mercado entendida como la ausencia de la publicación del LIBOR o EURIBOR en la correspondiente pantalla de REUTERS, o como que un porcentaje importante de los bancos comuniquen que su coste de financiación es superior al LIBOR o EURIBOR. En ese caso los bancos a través de un proceso podrán sustituir el tipo base del LIBOR o EURIBOR por otra tasa de interés que represente el coste de financiación de las entidades prestamistas.

La cláusula Market Disruption de "fuerza mayor" se basa en el hecho de si las entidades prestamistas no tienen la posibilidad de conseguir suficientes fondos en el mercado monetario, el prestamista no asume responsabilidad alguna y prestamistas y prestatario se han de reunir con el fin de buscar alternativas para hacer posible la continuación del crédito.

- **Step-in rights:** Las cláusulas *step-in rights* o derechos de intervención proporcionan el derecho a las entidades financieras, cuando el prestatario incumple sus compromisos definidos en el contrato financiero, de poder intervenir en las áreas de responsabilidad del prestatario.

Las entidades financieras especialmente para proyectos en países en desarrollo suelen requerir una relación directa con la contrapartida del contrato (el Concedente), la cual se establece a través de un *tripartite deed* (también llamado *tripartite agreement*, *consent deed*, *direct agreement* o *side agreement*). El *tripartite deed* establece las circunstancias en las cuáles las entidades financieras pueden asumir el control (*step in*) del proyecto para solucionar una situación de insolvencia.

- **Margin Step-up:** Un *margin step-up* o *margin ratchet* es un mecanismo que tiene como objetivo incentivar al Sponsor o prestatario para refinanciar el préstamo antes de su vencimiento. Los *margin step-up* fijan incrementos del spread (25-50 pb) en ciertas fechas preestablecidas, lo que encarece el coste de la financiación para el Sponsor si el préstamo no se refinancia.
- **Cash-Sweep:** Un *cash-sweep* es un mecanismo que tiene como efecto adelantar el calendario de pago de la deuda a los prestamistas haciendo un barrido de la caja disponible y dedicando ese importe a un repago adelantado del principal de la deuda. El efecto que tiene el *cash sweep* sobre la deuda es que adelanta varios años el repago de la deuda sobre la fecha inicial de vencimiento del préstamo, y su efecto sobre los flujos de caja de los accionistas es que los accionistas se quedan sin remuneración hasta que la deuda está completamente devuelta. Generalmente las cláusulas *cash sweep* al igual que los *margin step up* se introducen para incentivar al Sponsor a que refinance el préstamo. En ocasiones la introducción del *cash sweep* es gradual de modo que en una determinada fecha, ejemplo en el año 5, se dedique al *cash sweep* el 50% del flujo de caja disponible para la deuda y este porcentaje se incremente al 100% en el año 8 o 10 del préstamo.

La fijación de los covenants en un contrato financiero, también se ve influenciado por los potenciales conflictos de intereses entre los diferentes miembros del sindicato bancario. Debido a que es el Promotor del proyecto o prestatario el que encarga a una determinada entidad financiera liderar la sindicación de un préstamo como *lead arranger* y que esta misma entidad tiene el rol de coordinar la actuación de los otros bancos con respecto al préstamo; con frecuencia se genera un potencial conflicto de interés entre el *lead arranger* y otros miembros del sindicato cuando hay una situación negativa del crédito. Ante esta situación, las entidades financieras tienden a protegerse endureciendo los covenants en la negociación del contrato financiero (Dass, N., Nanda, V.K., y Wang, Q., 2011).

Garantías de los préstamos sindicados

Algunas garantías habituales en los préstamos sindicados:

- Una garantía de construcción en forma de un contrato EPC o llave en mano entre la SPV y el Consorcio Constructor.
- Pignoración y cesión en garantía de las cuentas de proyecto. Las cuentas de proyecto son cuentas bancarias en que la SPV tiene la obligación de depositar: los ingresos del proyecto, las devoluciones del IVA construcción, compensaciones como indemnizaciones de seguros, los fondos a distribuir a los accionistas, o los fondos destinados a pagar el servicio de la deuda.
- Pignoración y cesión en garantía de los derechos de crédito sobre los pagos de la Administración derivados del contrato de concesión.

- Pignoración y cesión en garantía de los derechos de crédito derivados de los acuerdos de proyecto.
- Promesa de hipoteca de la concesión.
- Prenda de acciones de la sociedad concesionaria. La prenda incluirá la cesión de los derechos políticos a petición de los prestamistas ante un potencial *event of default*.
- Cuentas de reserva del servicio de la deuda.

Con la crisis crediticia a partir de 2008, las entidades financieras han sido mucho más exigentes en la petición de nuevas garantías a los prestatarios en los contratos de financiación, como:

- *Contingent equity commitment*: los sponsor se comprometen a desembolsar capital adicional en la SPV del proyecto para cumplir con determinados requisitos de flujos de caja u otros ratios financieros.
- *Cost-overflow guarantee*: los sponsor se comprometen a desembolsar capital adicional hasta un cierto importe para cubrir sobrecostos en la construcción u operación.
- *Completion guarantee*: los sponsor se comprometen a desembolsar financiación adicional para asegurar que la construcción del proyecto se finaliza antes de una determinada fecha.
- *Shortfall guarantee*: los sponsor se comprometen a pagar cualquier suma debida a los prestatarios después de la terminación del préstamo.
- *Parent Company Guarantees*: las parent company guarantees son una declaración emitida por el Sponsor con respecto a la SPV o una subsidiaria a favor del Prestamista (o el Concedente), de modo que si la SPV no es capaz de pagar el servicio de la deuda a los prestamistas (o de cumplir con sus obligaciones con el Cliente) el Sponsor ha de hacer frente al pago. Generalmente las *Parent Company Guarantees* están limitadas a un porcentaje del precio del contrato. Otras peticiones adicionales a las *Parent Company Guarantees* habituales son cartas de crédito, *cash sweeps* o reservas.

La exigencia de *Parent Company Guarantees* desvirtúa el carácter de financiación sin recurso de los préstamos *Project Finance*, haciéndolos similares a los préstamos corporativos con recurso a las garantías corporativas y la posibilidad de los bancos de acceder a garantías de activos diferentes a los específicos del proyecto.

Obligaciones del prestatario

Los prestamistas en los contratos de financiación establecen condiciones positivas y negativas al prestatario. Algunas de las condiciones más habituales son:

- Envío de información financiera al Banco Agente de forma periódica como las cuentas anuales de la SPV, progreso de la obra en la fase de construcción, y de los ingresos generados y costes incurridos en la fase de operación.
- El prestatario deberá cumplir con la legislación aplicable y obtener todas las licencias necesarias.
- El prestatario no deberá permitir cualquier carga sobre sus activos, salvo los previstos en el Contrato de Financiación.

- El prestatario no podrá sin previo consentimiento de los prestamistas, contraer endeudamiento adicional o conceder cualquier crédito.
- Enviar anualmente al Banco agente el Presupuesto Anual de Explotación y Mantenimiento del próximo año.
- El prestatario deberá mantener los seguros en vigor, en los términos definidos en el Contrato de Financiación.
- El prestatario deberá mantener en las condiciones definidas en el Contrato de Financiación las cuentas del proyecto (cuenta de ingresos, cuenta IVA construcción, cuenta de compensaciones para el cobro de indemnizaciones, cuenta de distribuciones a los accionistas, cuenta reserva servicio deuda y cuenta inversiones).
- El prestatario no podrá efectuar pago alguno a los accionistas, mientras:
 - No haya transcurrido el período inicial de no distribución de beneficios.
 - Haya ocurrido una situación de incumplimiento sin que haya sido subsanada.
 - El valor del RCSD sea inferior al mínimo establecido.
 - Las cuentas de reserva del servicio de la deuda no estén completamente dotadas.

3.2.4. CLUB DEAL

Desarrollo de los Club Deals

A raíz de la crisis financiera de 2008 y 2009 que restringió drásticamente la cantidad de crédito disponible y aumento la aversión al riesgo, el mercado de los préstamos sindicados se redujo enormemente y las entidades financieras ya no estaban dispuestas a asumir el riesgo de sindicación y comprometerse a cubrir todas las necesidades de financiación de un proyecto. Como resultado para proyectos con una necesidad de financiación considerable, se agruparon varios prestamistas en un *Club Deal* tomando cada uno una parte más pequeña de la financiación que lo que solía ser en los préstamos sindicados antes de la crisis económica.

La crisis bancaria y la sequía del mercado interbancario producida por la crisis subprime de verano de 2007, trajo como consecuencia un endurecimiento de las condiciones de financiación de proyectos de infraestructuras:

- Encarecimiento de las comisiones y márgenes de los préstamos.
- Reducción de los apalancamientos y de los volúmenes de financiación.
- Acortamiento de los plazos de financiación y surgimiento *mini-perms* (hard y soft).
- Desaparición de aseguramientos de préstamos.
- Reaparición de cláusulas anteriormente abandonadas como *Market Disruption*.
- Reducción del número de prestamistas en el mercado.
- Retrasos en cierres financieros ante incertidumbre bancaria.
- *Crowding-out* producido por el sector público que absorbe la financiación disponible en el mercado por el aumento del déficit y de las necesidades de financiación.
- Sustitución de los préstamos sindicados por *Club Deals*.

Los préstamos *Club Deal* suelen tener importes inferiores a los grandes préstamos sindicados otorgados antes de la crisis financiera. Adicionalmente el nivel de apalancamiento ofrecido por los prestamistas es menor, y en consecuencia los Sponsor o prestatarios se ven obligados a poner un mayor nivel de capital.

En los *Club Deals* se van agregando diferentes entidades financieras y se van sumando importes de créditos hasta alcanzar la totalidad del préstamo requerida por el prestatario, pero sin implicar garantías de aseguramiento por las entidades financieras en la consecución final de la totalidad de la deuda a emitir.

Los préstamos *Club Deal* se volvieron más frecuentes a raíz de la crisis financiera porque las entidades financieras no querían asumir el riesgo de aseguramiento por las incertidumbres referentes a la estabilidad y poca liquidez de los mercados de financiación bancaria. En comparación con las condiciones de los préstamos sindicados otorgados antes de la crisis financiera, en los *Club Deals* las condiciones puestas por los prestamistas a los prestatarios suelen exigir menores apalancamientos, mayores garantías corporativas, incrementos de spreads y comisiones, y requisitos de covenants más exigentes incluyendo nuevas cláusulas como *Material Adverse Change*, *Market Flex* o *Market Disruption Clause*.

Mercado Secundario y CLOs

Los préstamos sindicados y los préstamos *Club Deals* una vez otorgados por las entidades financieras son en ocasiones también comercializados en los mercados secundarios en forma de activos financieros.

Los CLOs o *Collateralized loan obligations* son una forma de titulización o *securitization* en las que un préstamo se divide en varios paquetes y son vendidos en el mercado secundario a otros bancos. De este modo, las entidades financieras pueden ofrecer a los prestatarios mayores importes de préstamos ya que pueden vender una parte del préstamo en el mercado secundario.

En otras ocasiones, el Concesionario realiza directamente en el mercado de capitales la titulización de activos (sin el paso intermedio de un préstamo) mediante la emisión de títulos respaldados por los derechos de crédito generados por una infraestructura (Tena, A., 2011).

Las ventajas de la titulización de préstamos en bonos para las entidades financieras son varias:

- Cesión de los riesgos al bonista: la entidad propietaria de los activos titulizados deja de estar expuesta al riesgo de impago, amortización anticipada o morosidad al vender o ceder dichos activos.
- Obtención de recursos para la entidad mediante la titulización de préstamos, que puede emplear para financiar su crecimiento.
- El cedente sigue gestionando los activos cedidos aunque ya no son de su propiedad.
- La titulización permite dar liquidez a activos que son habitualmente ilíquidos.

3.2.5. MINI PERM

Los *Mini-Perms* surgieron como una forma de financiación en respuesta a la imposibilidad de los bancos, originada por la dificultad de conseguir liquidez a largo plazo en el mercado, de poder seguir ofreciendo préstamos a largo plazo tal como requieren los proyectos PPP de infraestructuras. La lógica de los *Mini-Perms* para las entidades financieras es aumentar la probabilidad de una salida temprana del préstamo por los bancos y evitar que se queden atrapados en el proyecto con un préstamo a largo plazo en unas condiciones desfavorables para los bancos.

Los *Mini-Perm* se volvieron más frecuentes cuando los procesos de sindicación de deuda con la crisis crediticia se hicieron más difíciles de conseguir, y solamente se conseguían acuerdos de financiación mediante *Club Deals* con una capacidad de financiación menor en importe y en plazo que la que solía ser habitual con los préstamos sindicados.

Generalmente un *Mini-Perm* cubre el período de financiación de la fase de construcción y la fase inmediatamente posterior a la construcción, por lo que el Sponsor ha de lograr otra financiación posterior a largo plazo o permanente conforme a las necesidades del proyecto. El problema principal del uso de *Mini-Perm* en proyectos PPP de infraestructuras es que el sponsor y en última instancia el proyecto y las autoridades públicas que lo respaldan, han de asumir los riesgos de refinanciación y sus costes asociados.

Los *Mini-Perms* pueden ser de dos tipos:

- *Hard Mini-Perm*: Un *Hard Mini-Perm* es un tipo de préstamo con un plazo de vencimiento de 3-5 años y en ocasiones 7 años, obligando al prestatario a refinanciar el préstamo antes del vencimiento o a afrontar un *default*.

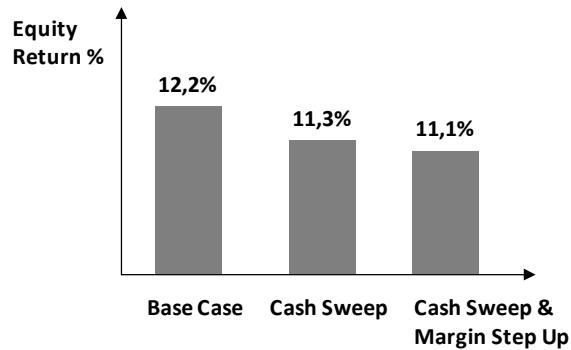
Los préstamos *Hard Mini-Perm* causan que los Sponsor tengan que asumir un riesgo de *default* si no consiguen refinanciar el préstamo e incluso producir la terminación del contrato de concesión. Esto proporciona a los prestamistas un gran poder de renegociar los términos del contrato cuando se acerca su vencimiento, pudiendo los prestamistas conseguir aumentos de spread y covenants más estrictos (ratios de apalancamiento o ratios de cobertura de la deuda) en la refinanciación de la deuda.

- *Soft Mini-Perm*: Un *Soft Mini-Perm* es un tipo de préstamo donde el plazo de vencimiento del préstamo sigue siendo a largo plazo (25 años) pero que contienen cláusulas agresivas de *margin step-up* (o *margin ratchet*) y *cash-sweep* con el fin de incentivar al prestatario que refinance el préstamo. Los *margin step-up* incrementan el coste de financiación para los prestamistas y los *cash sweep* reducen o dejan a los accionistas sin remuneración hasta que la deuda es repagada.

En el caso de que no se produzca una refinanciación de la deuda el Sponsor ve disminuir su TIR por el mayor coste de financiación por los *margin step-up* y por el diferimiento de los pagos a los accionistas hasta que la deuda esté repagada por el efecto del *cash sweep*.

En la siguiente gráfica se muestra el efecto sobre la disminución de la rentabilidad de los accionistas con respecto al caso base por efecto del *Cash Sweep* y *Margin Step Up*:

Figura 20. Efectos del *Cash Sweep* y *Margin Step Up* sobre la rentabilidad de los accionistas

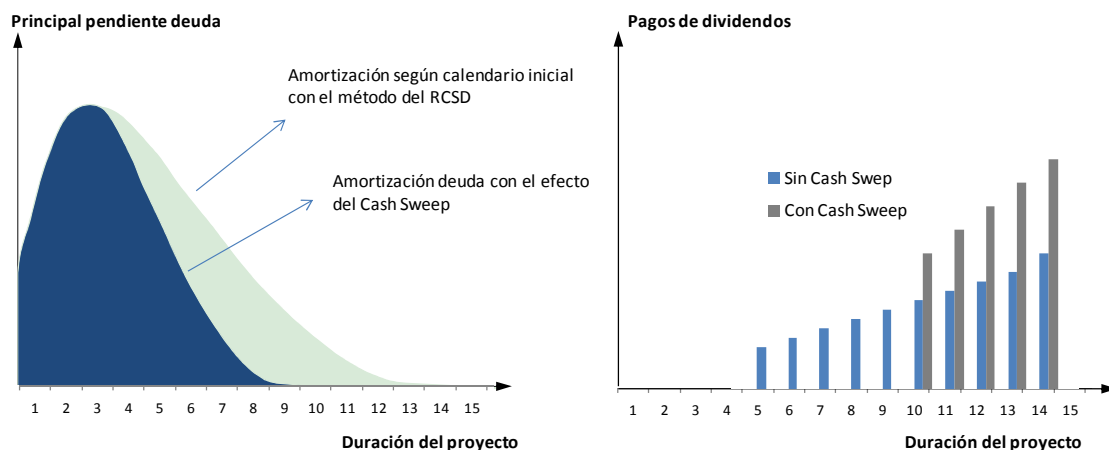


Fuente: KPMG (2009), "The use of mini-perms in UK PFI. Passing fad or here to stay?".

El efecto del *Cash Sweep* acelera el repago de la deuda senior al dedicarse el flujo de caja que genera el proyecto enteramente al servicio de la deuda con lo que se acorta la duración de la deuda, a la vez que retrasa los pagos de dividendos relegándose la remuneración del accionista a los últimos años del proyecto.

En la siguiente gráfica se muestra el efecto del *Cash Sweep* sobre el repago de la deuda y el pago de dividendos a los accionistas:

Figura 21. Efectos del *Cash Sweep* sobre la amortización de la deuda y sobre el pago de dividendos a los accionistas



Fuente: Adaptación del informe de KPMG (2009), "The use of mini-perms in UK PFI. Passing fad or here to stay?".

3.2.6. EMISIÓN DE BONOS

Financiación mediante bonos

La financiación de proyectos de infraestructuras mediante la emisión de bonos ha sido una práctica muy frecuente en América y Asia, pero hasta recientemente se ha empleado poco en Europa. Las razones de porque los países europeos han preferido emplear los préstamos sindicados para la financiación de proyectos en vez de la emisión de bonos, se debe básicamente a tres razones:

- La primera razón era que los bancos comerciales para la financiación de proyectos fueron muy agresivos tanto en el precio como en los plazos de financiación a finales de 1990 y principios de 2000, por lo que las condiciones de los préstamos para los Sponsor eran más favorables que las condiciones del mercado de bonos.
- La segunda razón era que el tiempo y los costes de estructuración y la gestión de los bonos proyecto era más complicada, especialmente en lo referente a la obtención de *waivers* o la realización de *amendments*.
- La tercera razón era que la emisión de bonos se veía solo como una alternativa para refinanciar la deuda de proyectos que estuviesen en marcha, porque se consideraba que el mercado de bonos tenía poco apetito de asumir el riesgo de construcción.

Pero con la crisis financiera los Bancos Comerciales desde 2008 dejaron de conceder préstamos sindicados con grandes importes y a plazos largos para la financiación de infraestructuras, por lo que los Sponsor de proyectos empezaron a considerar el mercado de bonos como una alternativa para la financiación nuevos proyectos o la refinanciación de proyectos existentes.

El volumen de las recientes operaciones en el mercado de bonos ha demostrado que los bonos proyecto pueden competir en cuanto a precio y condiciones con los préstamos sindicados. Además, se han emitido con éxito bonos proyecto para la financiación de nuevos proyectos utilizando garantías en la fase de construcción (*completion guarantees*) de los Sponsor que proteja a los bonistas del riesgo de construcción y de arranque de la operación. Ello ha permitido a las agencias de *rating* el otorgar el grado de inversión a los bonos proyecto.

Incluso aquellos proyectos en los que los Sponsor solo daban como garantía su participación en el capital, se han podido emitir bonos proyecto con garantías de contratos EPC o llave en mano que asignan la mayoría del riesgo de construcción en los contratistas.

Tipos de bonos

Además de la financiación mediante préstamos bancarios, los Sponsor de un proyecto de infraestructuras pueden financiarse acudiendo directamente al mercado de capitales mediante la emisión de bonos y la captación de inversores que adquieran los bonos. De este modo, los Sponsor obtienen financiación sin la intermediación de las entidades financieras.

Los principales tipos de emisión de bonos para la financiación de proyectos son los siguientes:

- **Bonos corporativos:** son bonos emitidos por la empresa matriz de la sociedad vehículo o concesionaria, y que cuentan con las garantías corporativas de la empresa matriz. La empresa matriz realiza la emisión de los bonos y capta la financiación, que posteriormente inyecta en el proyecto bien en forma de capital o de préstamos subordinados de accionistas. Estas emisiones tienen el *rating* de la empresa que emite los bonos. Este tipo de financiación al tener garantías corporativas no se considera *Project Finance*, sino que se considera como aportaciones de los accionistas.
- **Bonos proyecto:** son bonos emitidos por la sociedad vehículo o concesionaria sin recurso a garantías de los accionistas. Al estar la financiación vinculada directamente al proyecto se considera *Project Finance*.

Calificación crediticia

El *rating* o calificación crediticia de un valor es la estimación que realiza una agencia de rating sobre el nivel del riesgo de crédito o la posibilidad de impago de ese valor. Las tres principales agencias de rating - Standard&Poor's, Moody's y Fitch - acumulan el 90% de las evaluaciones de *rating* del mundo.

El endurecimiento de las condiciones de crédito y las restricciones de capital introducidas por Basilea III, hace que la financiación de proyectos mediante emisión de bonos sea muy difícil si el proyecto no tiene una calificación de *investment grade* que se corresponde con un rating igual o superior a BBB- o Baa3.

Aseguradoras Monolines

Las aseguradoras monolines o *monoline insurers* son compañías de seguros especializadas en asegurar emisiones de deuda tanto pública como privada, garantizando a los inversores el pago de la deuda de manera irrevocable. Esta garantía sobre la deuda emitida la otorgan las monolines a cambio de una prima de seguro que paga el emisor de la deuda.

A través de los monolines los emisores consiguen mejorar la calificación crediticia de los bonos (lo que se denomina *credit enhancement*) que adquieren la misma calificación que la aseguradora monoline (habitualmente un AAA) con lo que consiguen disminuir el tipo de interés de la emisión y facilitar su comercialización entre los inversores.

Para que a un emisor le compense asegurar una emisión de bonos con una monoline, el ahorro conseguido en los intereses por emitir con el aseguramiento de la monoline debe ser mayor que el coste de la prima de aseguramiento.

En la siguiente tabla se muestran los principales beneficios y costes para un emisor de bonos el utilizar las monolines:

Tabla 9. Beneficios y costes de las monolines en las emisiones de bonos

Beneficios de los monolines para los Emisores	Costes de los monolines para los Emisores
Eleva el rating de la emisión de deuda al rating de la aseguradora monoline (habitualmente AAA), y protege al inversor frente al impago del emisor.	El emisor ha de pagar una prima a la aseguradora monoline por el aseguramiento de la emisión, lo que en ocasiones puede encarecer considerablemente la operación.
Posibilita la colocación de la emisión entre los inversores, que sin el aseguramiento de la monoline podría no ser comercializable la emisión de bonos.	La aseguradora monoline suele tener cierto control sobre la emisión de bonos, teniendo un incentivo en interceder en beneficio del inversor.
Disminuye el interés a pagar por los bonos en el mercado primario, y proporciona mayor liquidez a los bonos en el mercado secundario.	Si la monoline sufre una degradación de su rating afecta también a la emisión de bonos, y sin embargo el emisor debe seguir continuando pagando las primas por el aseguramiento.

Fuente: Adaptación propia

Las aseguradoras monoline tuvieron gran importancia antes de la crisis financiera en la financiación de proyectos de infraestructuras principalmente en Estados Unidos, pero la entrada de las monoline en el mercado de los CDOs (*Collateralized debt obligations*) les hizo asumir grandes riesgos en los productos estructurados.

Con la crisis de 2007 se produjo una revisión masiva de las calificaciones crediticias de los productos estructurados, y debido al alto apalancamiento de las monolines las compañías de *rating* recortaron sus *rating* lo que afectó a las emisiones de bonos aseguradas por las monoline (EPEC, 2010). Las monoline sufrieron recortes de rating tan severas que en muchas ocasiones la calificación de la monoline estaba por debajo de la del subyacente que aseguraba, y los precios en el mercado secundario de los bonos municipales asegurados eran los mismos que los precios de los bonos no asegurados.

Actualmente, muchas monolines están en proceso de reestructuración y saneamiento, y han surgido nuevas compañías en el mercado con un rating alto y sin el lastre de los efectos de los CDOs en sus carteras. A futuro, se espera que las monolines vuelvan al mercado aunque con volúmenes menores antes de la crisis, y que las monolines deberán de tener una política de riesgos más estricta y una mayor capitalización que los niveles anteriores.

3.2.7. PRÉSTAMOS PARTICIPATIVOS DE ADMINISTRACIONES PÚBLICAS

Otro medio que las Administraciones Públicas tienen de apoyar a la financiación de proyectos de infraestructuras desarrollados mediante PPP es otorgando préstamos participativos a la sociedad concesionaria que desarrolla el proyecto.

Estos préstamos otorgados por la Administración son subordinados porque la Administración como promotora del proyecto y para facilitar que las entidades financieras financien el Proyecto,

coloca su deuda en un nivel de prelación por detrás de la Deuda Senior otorgada por las entidades financieras.

Estos préstamos otorgados por la Administración adoptan de forma general la modalidad de préstamos participativos porque la remuneración de los préstamos (en vez de ser una tasa de interés fija) es contingente ligada al cumplimiento de algún índice de rentabilidad del Concesionario (nivel de EBITDA, nivel de Beneficios) y de la disponibilidad de caja del Concesionario.

No hay que confundir estos préstamos subordinados participativos con la financiación de organismos multilaterales como el Banco Europeo de Inversiones, donde la remuneración suele ser una tasa de interés fija o un spread sobre Euribor y el repago de la deuda suele tener un orden de prelación superior al de la deuda de las entidades financieras.

El otorgamiento de préstamos participativos por las Administraciones Públicas es frecuente en el caso de proyectos de Ferrocarril, Metros y Tranvías; y es poco frecuente en el caso de Autopistas y Puertos. En el caso de Aeropuertos los préstamos participativos se dan en ocasiones en el caso de proyectos *greenfield* deficitarios. Y en el caso de proyectos de Autobuses al existir una abundante financiación no suele haber préstamos participativos.

En España, el régimen y las características de los préstamos participativos se encuentran recogidas en el artículo 20 del Real Decreto-ley 7/1996 de 7 de junio.

3.2.8. MEDIDAS DE APOYO DE LAS ADMINISTRACIONES PÚBLICAS A LA FINANCIACIÓN DE PROYECTOS DE INFRAESTRUCTURAS

La crisis económica ha provocado una gran disminución de la liquidez disponible para la financiación de proyectos de infraestructuras por parte de entidades financieras privadas. A su vez la crisis financiera ha reducido la rentabilidad financiera de muchos proyectos de infraestructuras. Cuando los proyectos no proporcionan un aceptable nivel de riesgo/rentabilidad, alguna forma de intervención pública es necesaria para incentivar la participación del capital privado (Gatti, S., 2014).

Algunas medidas alternativas para la financiación de proyectos son (Murphy, T., 2010):

- **Cofinanciación del Gobierno:** El Gobierno u organismos multilaterales pueden proporcionar directamente parte de la financiación del proyecto al Sponsor otorgando préstamos participativos o participando en una parte de la deuda senior. Por ejemplo, el Banco Europeo de Inversiones proporciona para determinados proyectos hasta el 50% del importe total del préstamo Senior otorgado por las entidades financieras.
- **Subvenciones del Gobierno:** El Gobierno puede apoyar un proyecto otorgando subvenciones al Sponsor durante la fase de construcción. Estos subsidios aumentan el ratio de recursos propios sobre inversión y hacen disminuir las necesidades de financiación del Sponsor.

Otra alternativa a los subsidios, es que el Gobierno proporción al Sponsor pagos intermedios (o *interim payments*) vinculados a hitos de construcción. De este modo parte de la financiación en la fase de construcción puede ser a corto plazo siendo devuelto el crédito con el cumplimiento de los hitos.

- **Garantías de crédito del Gobierno:** El Gobierno puede proporcionar garantías de crédito a los prestamistas para apoyar la financiación de un proyecto. Por ejemplo, en el caso de Europa el Banco Europeo de Inversiones a través del *Loan Guarantee Instrument for Trans-European Transport Network* (LGTT) proporciona garantías a los prestamistas respecto a los riesgos de ingresos de proyectos de transporte al comienzo de la fase de operación. Un programa similar en Estados Unidos es el *Transportation Infrastructure Finance and Innovation Act* (TIFIA) y en el Reino Unido el *Treasury Infrastructure Funding Unit*.
- **Aseguramiento de la financiación por el Gobierno:** Otra alternativa de apoyo a la financiación es que el Gobierno acuerde previamente con los prestamistas los términos de la financiación, y ofrezca esa financiación posteriormente a los licitadores en la fase de licitación del proyecto o al *preferred bidder* en la fase de adjudicación del proyecto.

En España como medidas de apoyo a la financiación de proyectos de infraestructuras se han introducido cambios en el mecanismo de Responsabilidad Patrimonial de la Administración (RPA), el reforzamiento de los *Step in Rights* así como la no compensación de deudas (La Caixa, 2011):

- **RPA inmediata y automática:** se refuerza la RPA de modo que hay una resolución inmediata y automática de la concesión en caso de insolvencia del concesionario. De este modo, las entidades financieras tienen acceso inmediato a la RPA, ya que la resolución deja de ser una medida potestativa de la Administración.
- **No compensación de deudas:** se han de solventar las obligaciones con las entidades financieras antes de abonar la indemnización al concesionario.
- **Step in rights:** regulación del derecho de los bancos a sustituir al constructor y operador e incluso el concesionario, en caso de incumplimiento de sus obligaciones.

En Francia, el Estado ha desarrollado diversas medidas en apoyo de la financiación de proyectos de infraestructuras:

- **Cesión Dailly:** Está dirigida a préstamos de entidades financieras (no bonos) para proyectos PPP sin riesgo de demanda, y según esta cláusula permite que los pagos que debe hacer una administración francesa bajo un PPP sean irrevocablemente asignados a las entidades financieras con independencia del desempeño del proyecto.
- **Apoyo público a proyectos:** El apoyo público a proyectos incluye diversas medidas como subvenciones directas del estado francés, garantías directas del Estado francés a tramos bancarios y uso de *Caisse des Dépôts* como prestamista en condiciones favorables.
- **Financiación mixta:** empleo de diferentes fuentes de financiación mediante una combinación de financiación bancaria, BEI y apoyo público.

Estados Unidos ha desarrollado diversos instrumentos de apoyo a la financiación de proyectos de infraestructuras como *TIFIA*, y los *Tax-exempt Private Activity Bonds*:

- *Transportation Infrastructure Finance and Innovation Act (TIFIA)*: financiación de hasta un 33% del coste del proyecto a un coste reducido, subordinación de los préstamos TIFIA a la Deuda Senior y amortización muy flexible (construcción más cinco años de capitalización de intereses).
- *Tax-Exempt Private Activity Bonds (PABs)*: son bonos exentos de impuestos con un coste de financiación reducido para el Concesionario (MMD – índice USA para bonos municipales AAA más un spread en función del proyecto) y un plazo de vencimiento largo hasta un máximo de 40 años restringidos a proyectos cualificados por ley.

En Europa la Comisión Europea y el BEI para apoyar la participación del sector privado en la financiación de proyectos han introducido una garantía de préstamos denominada *Loan Guarantee Instrument for Transeuropean Transport Network (LGTT)* dirigida a Proyectos de la Red Transeuropea de Transporte. La finalidad de los LGTT es mitigar el riesgo de tráfico en el proyecto, de modo que si se produce una reducción porcentual de los ingresos provocadas por una disminución en el tráfico se amortiza parcialmente la deuda bancaria usando la línea LGTT hasta restablecer el RCSD mínimo a los niveles próximos a los ratios de diseño del caso base. La financiación LGTT se considera *mezzanine* por lo que tiene una posición subordinada frente a la deuda bancaria pero senior a los fondos propios.

Recientemente, el programa europeo *Jobs, Growth and Investment Package* introduce medidas adicionales de apoyo público para la financiación de proyectos de infraestructuras (Christophersen, H., Bodewig, K., y Secchi, C., 2014).

3.3. FINANCIACIÓN DEL CAPITAL

3.3.1. APORTACIONES DE CAPITAL

Aportaciones de Capital del Sponsor

En los procesos de licitaciones de concesiones de infraestructuras, los pliegos de licitación incluyen de forma general como condiciones necesarias para la efectiva entrega en concesión que se produzca el cierre financiero y el desembolso del capital social por parte del Consorcio licitador o Sponsors.

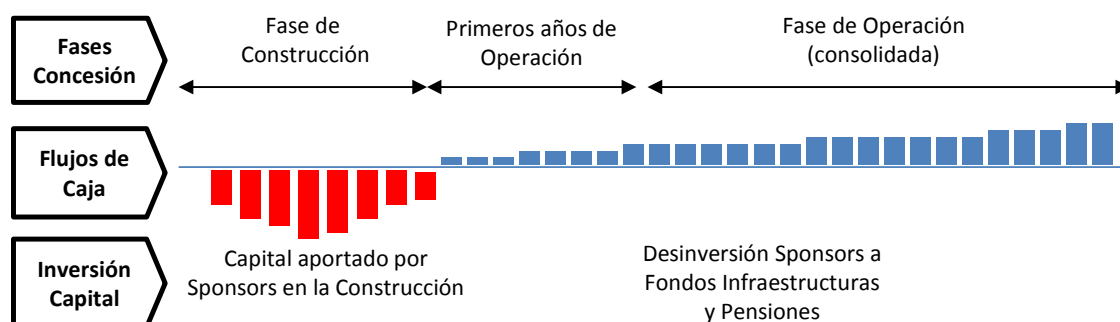
En la fase de construcción los Sponsor, que son habitualmente empresas de construcción o empresas industriales, han de realizar las aportaciones de capital mediante sus propios recursos o mediante nueva deuda corporativa.

Cuando la fase de construcción ya se ha completado y la fase de operación ya está consolidada, en algunos proyectos los Sponsor buscan incorporar como accionistas de la sociedad concesionaria a inversores de perfil financiero. Los principales inversores financieros que invierten en proyectos de infraestructuras son Fondos de Inversión de Infraestructuras y Fondos de Pensiones.

El objetivo de las empresas de construcción con la desinversión total o parcial es, además de conseguir una plusvalía con su inversión, el rotar su cartera de activos y liberar recursos para emprender nuevos proyectos de infraestructuras, mientras que el objetivo de los Fondos de Inversión en Infraestructuras y Fondos de Pensiones es invertir en un activo con un perfil de flujos de caja que se adapta a su política de inversiones y que no tiene riesgo de construcción y con un bajo riesgo de operación.

En la siguiente figura se muestra de forma resumida los flujos de caja del proyecto a lo largo de la concesión y las etapas en las que los Sponsor realizan sus aportaciones de capital y cuando desinvierten dando entrada a Fondos de Infraestructuras y de Pensiones.

Figura 22. Inversión y desinversión en Capital de los Sponsor en Infraestructuras



Fuente: Adaptación propia

No en todos los proyectos de Infraestructuras los Sponsor consiguen desinvertir y recuperar el capital que aportaron. En aquellos proyectos de infraestructuras donde la demanda es muy inferior a las previsiones iniciales o donde los costes de construcción se han incrementado enormemente sobre el presupuesto inicial asumiendo el Concesionario el sobrecoste, el proyecto tiene una rentabilidad muy inferior a la prevista y lógicamente los Fondos de Infraestructuras y de Pensiones carecen de interés en invertir en ellos.

Fondos de Inversión de Infraestructuras

Los Fondos de Inversión de Infraestructuras suelen invertir en proyectos de infraestructuras *brownfield* ya consolidados que cuentan con unos flujos de caja predecibles. La razón de que los Fondos de Inversión de Infraestructuras no suelen invertir en proyectos *greenfield* es que no desean asumir proyectos con riesgo de construcción y con un elevado nivel de riesgo de demanda.

La forma de inversión suele ser mediante la fórmula *private-equity* en que el fondo de inversión co-invierte en el proyecto conjuntamente con un socio industrial u operador de infraestructuras o adquiere una participación de una sociedad concesionaria a una empresa constructora o de concesiones.

Los aspectos clave en la política de inversiones de un Fondo de Infraestructuras son principalmente: tipo de activos en los que invierten (aeropuertos, puertos, autopistas, aparcamientos,...), países y entorno regulatorio, fase de desarrollo del activo (*greenfield* o *brownfield*), tasa de rentabilidad objetivo, divisas y plazo de inversión.

Los Fondos de Inversión de Infraestructuras para diversificar el riesgo invierten frecuentemente con otros socios financieros como Fondos de Pensiones.

Fondos de Pensiones

Las infraestructuras son un tipo de activo con un horizonte de inversión a largo plazo, con un nivel riesgo-rentabilidad conservador y un perfil de flujos de caja en forma de curva "J" (flujos de caja negativos en los primeros años y flujos crecientes posteriormente) que suele coincidir con el perfil de inversión de los fondos de pensiones.

Desde el punto de vista de los Fondos de Pensiones el carácter a largo plazo de los proyectos de infraestructuras permite una planificación óptima del portfolio de inversiones de acuerdo al ciclo de ahorro de sus afiliados.

Otra ventaja de la participación de los Fondos de Pensiones para los países receptores es la reducción del riesgo regulatorio y político por el mayor rigor que exigen los Fondos de Pensiones en las regulaciones y en las normas de actuación del Gobierno (Escrivá, J.L., Fuentes, E. y García-Herrero, A., 2010).

Algunas de las características de los activos de infraestructuras que hace que sean un sector atractivo para la inversión por Fondos de Pensiones son (Inderst, G., 2009): flujos de caja estables y previsibles, generación de ingresos a largo plazo, vinculación de los ingresos a la inflación, bajas tasas de *default*, baja correlación con otras clases de activos con lo que las rentabilidades no están correlacionadas con fluctuaciones del mercado bursátil (lo que permite diversificar), optimización de estructuras fiscales y por su carácter público son un tipo de inversión responsable socialmente.

La forma de inversión de los Fondos de Pensiones en Infraestructuras ha sido tradicionalmente mediante la adquisición de acciones de compañías cotizadas o de emisiones de deuda en mercados oficiales. Actualmente, algunos grandes Fondos de Pensiones especialmente de Australia, Estados Unidos, Canadá o Países Bajos están comenzando a invertir en proyectos de infraestructuras mediante fondos de *private-equity*. La mayoría de inversiones de fondos de pensiones en *private-equity* son a través de Fondos de Inversiones de Infraestructuras en el que el Fondo de Pensiones actúa como co-inversor y los activos en los que invierten son en su mayoría proyectos de infraestructuras que se encuentran ya en fase de operación (*brownfield*) y que no tienen riesgos de construcción.

3.3.2. PRÉSTAMOS SUBORDINADOS Y PARTICIPATIVOS

Financiación mediante préstamos subordinados y participativos

Los Sponsor además de aportar capital y ser accionistas de las sociedades concesionarias, en ocasiones también aportan recursos a la sociedad mediante préstamos subordinados y préstamos participativos.

Una de las razones de los Sponsor para realizar aportaciones en forma de préstamo en vez de directamente en capital, es que los prestamistas establecen un límite de ratio de apalancamiento y exigen que los accionistas aporten recursos en un volumen mayor que el nivel de capital social exigido por el contrato de concesión. Esto es, el nivel de recursos a aportar por los accionistas por el contrato de financiación es superior al nivel de capital exigido por el contrato de concesión.

En esas ocasiones, los Sponsor suelen preferir aportar los recursos (que les obliga el contrato de financiación) que estén por encima del nivel de capital exigido por el contrato de concesión en forma de préstamo subordinado o préstamo participativo en vez de directamente en forma de capital.

Una de las razones de ello, es que los préstamos de los accionistas son más flexibles que las aportaciones de capital, ya que los contratos de concesión suelen establecer límites a las reducciones de capital y requerir la aprobación del regulador para que el Concesionario pueda realizar devoluciones de capital.

Los préstamos de los accionistas se suelen denominar préstamos subordinados porque están subordinados en el pago (o deuda secundaria) en orden de prelación en relación con la deuda senior y acreedores ordinarios. Estos préstamos son un instrumento híbrido de capital, en el sentido de que se asemejan parcialmente al capital de la sociedad, y es computable como recursos propios o cuasi-capital de las sociedades.

Cuando los préstamos de los accionistas tienen algún tipo de remuneración o participación en función de los beneficios de la empresa (además del cobro por regla general de un interés fijo) se denominan préstamos participativos. Estos préstamos participativos son igualmente préstamos subordinados (están en orden de prelación por detrás de la deuda senior y solo por delante del capital), pero tienen una remuneración adicional al tipo de interés fijo.

Los préstamos subordinados suelen condicionar el pago de intereses a los accionistas al cumplimiento de ciertas condiciones. Estas condiciones suelen ser derivadas de los *covenants* del Contrato de Financiación, que establecen reglas para el reparto o distribución de dividendos e intereses a los accionistas. Cuando el proyecto no cumple algún *covenant* – por ejemplo un valor mínimo del RCSD – que active las cláusulas de *Lock Up*, los accionistas no pueden cobrar dividendos ni intereses de préstamos subordinados de la sociedad.

En esas situaciones, los préstamos subordinados suelen establecer cláusulas de modo que el préstamo devengue los intereses aunque no se paguen a los accionistas, y los intereses devengados se capitalicen sumándose al capital pendiente de los préstamos subordinados (y generando nuevos intereses en los períodos sucesivos por el aumento del principal del préstamo).

Ventajas de los préstamos subordinados

Los Sponsor suelen encontrar más ventajoso aportar los fondos como préstamos subordinados, en vez de realizar desembolsos adicionales al capital mínimo requerido por el contrato de concesión.

Algunas de las ventajas de los préstamos subordinados con respecto al capital, son:

- Los intereses de los préstamos subordinados computan como gasto financiero deducible en el impuesto de sociedades, mientras que los dividendos no son fiscalmente deducibles.
- Los préstamos subordinados no conllevan la constitución de reservas legales o no distribuibles como en el caso de las aportaciones de capital.
- La devolución del principal de los préstamos subordinados es más flexible y necesita menos condiciones y autorizaciones que las reducciones de capital.
- A efectos de cómputo de recursos propios, los préstamos subordinados suelen poder computarse como recursos propios de la sociedad al igual que el capital y las reservas.

Características de los préstamos participativos

Los préstamos subordinados aportados por los accionistas a la sociedad frecuentemente adoptan la forma de préstamos participativos.

Algunas de las características principales de los préstamos participativos, son:

- Vencimiento a largo plazo con un período de carencia en la devolución del principal.
- Los prestamistas además de generalmente un interés fijo perciben un interés variable que se determina según los resultados de la empresa (habitualmente suele ser un porcentaje del beneficio neto después de impuestos o del EBITDA) por lo que se denominan “participativos”. Es habitual que en los préstamos participativos se fije un límite máximo o *cap* al tipo de interés participativo. Por ejemplo, un préstamo participativo puede tener un tipo de interés fijo del 5% con un interés variable del 15% del Beneficio Neto con un *cap* de la tasa de interés total resultante del 10%.
- Los préstamos participativos tienen la consideración de préstamos subordinados a cualquier otro crédito de la concesionaria, estando únicamente por delante en orden de exigibilidad del capital de los socios.
- Los préstamos participativos se consideran patrimonio neto a los efectos de reducción de capital y liquidación de sociedades previstas en la legislación mercantil, aspecto que cobra especial importancia en caso de situación económica desfavorable de la empresa, ya que permiten retrasar su liquidación ofreciéndole más oportunidades de recuperación.
- Sólo se pueden cancelar anticipadamente si se compensan con una ampliación de igual cuantía en el capital de la empresa. De este modo, la empresa no se descapitaliza y se evita el perjuicio a otros acreedores que tenga ésta. Las partes pueden acordar una cláusula penalizadora en caso de amortización anticipada.
- Los intereses devengados, tanto fijos como variables, por el préstamo participativo se consideran partida deducible a efectos de la base imponible del Impuesto sobre Sociedades del prestatario.

Las reglas del *Thin Capitalisation*

El *Thin Capitalisation* que se traduce al español como sobreendeudamiento o subcapitalización, define una situación donde una empresa trabaja con un nivel de capital insuficiente para poder llevar a cabo sus actividades comerciales con normalidad.

Normalmente se suele establecer el límite del *Thin Capitalisation* en que el endeudamiento total de la empresa no sea superior a tres veces su patrimonio.

Las legislaciones de diversos países suelen tratar el problema del *Thin Capitalisation* desde dos perspectivas diferentes:

- Desde el punto de vista mercantil, el problema del *thin capitalisation* es que la empresa carezca de la suficiente solvencia frente a las deudas de terceros. Por eso, ante una situación de *thin capitalisation* la legislación mercantil puede obligar a que la empresa tenga la obligación de aumentar su nivel de capital para no entrar en caso de disolución.
- Desde el punto de vista fiscal, el problema del *thin capitalisation* es que el elevado endeudamiento reduce la base imponible del impuesto de sociedades. Ante esta situación las autoridades fiscales de diversos países establecen límites a la deducibilidad de intereses para el cálculo de la base imponible. Especialmente en el caso de entidades relacionadas que pertenecen a un mismo grupo empresarial.

3.4. FINANCIACIÓN CONTINGENTE

3.4.1. APORTACIONES DE CAPITAL CONTINGENTE ADICIONALES DEL SPONSOR

Además del Capital Social previsto según las condiciones de los pliegos de licitación y de los contratos de concesión y de financiación, los Sponsor pueden verse también obligados a poner capital adicional al inicialmente previsto por tres motivos fundamentalmente:

- **Capital contingente durante fase de construcción:** El primer motivo es que se produzca una desviación de un mayor sobrecosto de construcción y los prestamistas exijan que para mantener el ratio máximo de apalancamiento del Contrato de Financiación, los Sponsors deban realizar un mayor desembolso de Capital Social en la Sociedad Concesionaria bien para aportar los recursos requeridos por el sobrecosto o para mantener la proporción entre recursos propios y deuda.
- **Capital contingente durante fase de operación por pérdidas acumuladas:** El segundo motivo son las ampliaciones de capital requeridas para la compensación de pérdidas y evitar así que la sociedad Concesionaria se encuentre en situación legal de quiebra técnica de la compañía.
- **Capital contingente durante fase de operación por incumplimiento de *covenants*:** El tercer motivo son ampliaciones de capital requeridas por el Contrato de Financiación para asegurar el repago a las entidades financieras del pago del servicio de la deuda. Este mecanismo suele funcionar mediante el establecimiento de *covenants* (por el ejemplo el ratio de cobertura del servicio de la deuda) de tal manera que cuando se incumplen algunos *covenants* los Sponsor tengan la obligación de ampliar capital para evitar entrar en una situación de incumplimiento que conlleve la rescisión del préstamo de financiación y por tanto la devolución anticipada de la deuda.

3.4.2. APORTACIONES DE FINANCIACIÓN CONTINGENTE DEL CONCEDENTE

Los pagos contingentes se producen generalmente cuando la Administración para hacer atractiva una infraestructura quiere limitar el riesgo de demanda del Concesionario o bien el riesgo de sobrecostos de construcción. Cuando los pagos son un canon de la Administración totalmente fijo no existen pagos contingentes aunque haya subvenciones de explotación.

En los estudios de viabilidad cuando en el esquema de concesión hay pagos contingentes de la Administración al Concesionario, se suelen emplear técnicas estadísticas generalmente mediante simulaciones de Montecarlo con el fin de estimar los pasivos contingentes (u obligaciones de pago a futuro para la Administración) que puede implicar esa concesión para la Administración.

Existen muchos mecanismos de pagos contingentes de la Administración, que pueden adoptar diferentes formas:

- **Mayores aportaciones de capital o mayores desembolsos de préstamos participativos:** Estos pagos limitan en parte el riesgo de sobrecostos de inversión. En algunos proyectos la Administración se compromete a desembolsar en forma de capital o préstamos participativos un porcentaje del costo de construcción de una infraestructura (por ejemplo, un túnel de una autopista o un ferrocarril que suele tener un alto grado de incertidumbre). Si el coste de construcción es superior al previsto, la Administración desembolsará un mayor importe en forma de capital social o préstamo participativo.
- **Mayores ingresos del Concesionario durante la fase de operación:** Estos pagos sirven para limitar el riesgo de demanda del Concesionario, cuando la demanda real es inferior a la prevista. Por ejemplo, en las Autopistas de Peaje en sombra suele haber una banda mínima y una banda máxima de tráfico para limitar el riesgo de demanda del Concesionario, habiendo un cierto nivel de pagos contingentes por parte de la Administración.

3.5. REVISIÓN LITERATURA FINANCIACIÓN DE PROYECTOS

En la siguiente tabla se muestra una revisión de la literatura reciente junto con otros trabajos relevantes, sobre financiación de proyectos: medidas de apoyo público para financiación de infraestructuras (Rossi E. y Stepic, R., 2015; Gatti S., 2014; y Christophersen H., Bodewig K., y Secchi C., 2014), efectos de los CDS en los préstamos sindicados (Amiram D., Beaver W., Landsman W.R. y Zhao J., 2015), tendencias internacionales en financiación de infraestructuras (Della R. y Gatti S., 2014), los factores que influyen en el spread de los préstamos (Bouzguenda N., 2014; y Gatti S., Kleimeier S., Megginson W. y Steffanoni A., 2013), las razones de porque hay una alta liquidez en el sistema bancario (DeAngelo, H. y Stulz, R.M., 2013), el riesgo de construcción (Blanc-Brude F., y Makovsek D., 2013), el rol de los Bancos Agentes en los préstamos sindicados (Ajayi, T., y Sosan M., 2013), corporate finance (Berk J., DeMarzo P., y Harford J., 2012), estructura de deuda (Jayant R. Kale J.R., y Meneghetti C., 2011), titulización de activos (Tena A., 2011), conflictos de intereses en préstamos (Dass N., Nanda V.K., y Wang Q., 2011), inversiones en infraestructuras de los fondos de pensiones (Escrivá J.L., Fuentes E. y García-Herrero A., 2010; y Inderst G., 2009), rol de los mercados de capitales en la financiación de proyectos PPP (EPEC, 2010), valoración de swaps y opciones (Hinnerich M., 2008), uso de coberturas (Lin C.M., Phillips R.D., y Smith S.D., 2007), o valoración financiera de proyectos (Tan W., 2007; y Garvin M. y Cheah Y., 2004).

Tabla 10. Revisión Literatura Financiación de Proyectos

Autores	Contenido de los Estudios
Rossi, E. & Stepic, R. (2015) "Infrastructure Project Finance and Project Bonds in Europe"	<p>Objetivos y Metodología: El estudio analiza la financiación de proyectos de infraestructuras tras el estallido de la crisis financiera, y las políticas introducidas en Europa para afrontar el estancamiento económico y la reducción del gasto en infraestructuras.</p> <p>Resultados y Aportaciones: El estudio concluye que las nuevas medidas de apoyo como el Plan de Inversiones en Infraestructuras de la Unión Europea y el <i>quantitative easing</i> del Banco Central Europeo tendrán un fuerte impacto en la financiación de infraestructuras en Europa, cerrando el gap entre la demanda y la oferta de capital y bonos proyecto.</p>
Amiram, D., Beaver, W., Landsman, W.R. & Zhao, J. (2015) "The Effects of CDS Trading Initiation on the Structure of Syndicated Loans"	<p>Objetivos y Metodología: El estudio analiza si la introducción de los <i>credit default swap</i> (CDS) para la deuda de una entidad tiene o no externalidades positivas o negativas en el mercado de los préstamos sindicados. El estudio analiza cambios en las estructura de préstamos sindicados a través de una muestra de 20.780 contratos de préstamo de <i>Dealscan</i> durante el período 1993-2011.</p> <p>Resultados y Aportaciones: El estudio observa que tras la introducción de la comercialización de los CDS tiene una externalidad positiva de aumentar la parte de préstamos</p>

	retenidos por el <i>lead arranger</i> del sindicato, pero también hay una exterioridad negativa reduciendo la eficacia de la parte del préstamo del <i>lead arranger</i> como señal de selección/riesgo moral en el mercado. Aunque la externalidad negativa es moderada para empresas con transparencia y préstamos originados por un <i>lead arranger</i> con fuerte reputación en el mercado.
Gatti, S. (2014) "Private Financing and Government support to promote long-term investments in infrastructure"	<p>Objetivos y Metodología: El estudio presenta una descripción de los principales instrumentos de apoyo financiero públicos (gobierno) y privados (mercado) capaces de movilizar los recursos financieros para financiar la inversión a largo plazo. El foco del estudio está sobre la ayuda pública a inversores privados en infraestructuras y sobre el desarrollo de nuevos instrumentos y técnicas que los mercados financieros han desarrollado en respuesta a la crisis financiera y deuda soberana.</p> <p>Resultados y Aportaciones: El estudio analiza el riesgo de los proyectos de infraestructuras desde el punto de vista de los inversores privados. Cuando los proyectos no proporcionan un aceptable nivel de riesgo/rentabilidad, alguna forma de intervención pública es necesaria para incentivar la participación del capital privado. Esta intervención pública en forma de apoyo financiero puede adoptar diferentes formas.</p>
Della, R. & Gatti, S. (2014) "Financing infrastructure - International trends"	<p>Resultados y Aportaciones: El estudio proporciona una descripción de las tendencias internacionales en financiación de infraestructuras, y la evolución histórica reciente de las fuentes de financiación de infraestructuras.</p> <p>Objetivos y Metodología: El estudio aporta un mapa con las diferentes fuentes de financiación de infraestructuras tanto de capital como deuda. El estudio muestra estructuras financieras recientemente diseñadas, tales como acuerdos entre bancos e inversores institucionales, modelos de titulización o vehículos de fondos de deuda.</p>
Christophersen, H., Bodewig, K., & Secchi, C. (2014) "New financial schemes for European transport infrastructure projects"	<p>Objetivos y Metodología: El estudio analiza proyectos de infraestructuras que sean adecuados para ser financiados por los nuevos instrumentos financieros promovidos por el programa europeo <i>Jobs, Growth and Investment Package</i>.</p> <p>Resultados y Aportaciones: El estudio concluye que el uso de los fondos públicos debería centrarse en dos tipos de proyectos: (i) proyectos con un valor socio-económico añadido y que no son financieramente viables (proyectos transfronterizos y que reducen cuellos de botella), y (ii) los proyectos que tienen una rentabilidad a largo plazo y que pueden ser incentivados con dinero público a través de garantías y subvenciones.</p>
Bouzguenda, N. (2014) "Project Finance: Determinants of the Bank Loan Spread"	Objetivos y Metodología: El objetivo del estudio es identificar a través de un análisis global los factores principales que tienen un impacto significativo en el coste de los préstamos bancarios o <i>spread</i> . Para ello analiza de una forma empírica la estrategia de los prestamistas en la determinación del <i>spread</i> .

	<p>Resultados y Aportaciones: Los resultados del estudio muestran que la determinación del <i>spread</i> en los préstamos bancarios tipo <i>Project Finance</i> se debe fundamentalmente a la presencia de garantías y al nivel de riesgo país.</p>
Blanc-Brude, F., & Makovsek, D. (2013) “Construction Risk in Infrastructure Project Finance”	<p>Objetivos y Metodología: El estudio analiza si el riesgo de construcción de los inversores privados en <i>Project Finance</i> es diferente al riesgo de construcción del sector público en la contratación tradicional.</p> <p>Resultados y Aportaciones: El estudio concluye que el riesgo de construcción en <i>Project Finance</i> está bien gestionado y que los sponsors del proyecto soportan un bajo riesgo de construcción en comparación con los sobrecostos que soporta el sector público en la contratación tradicional de infraestructuras.</p>
Ajayi, T., & Sosan, M. (2013) “The roles of Agent Banks in Syndicated Loan Transactions: a critical analysis”	<p>Objetivos y Metodología: El estudio analiza el rol de los Bancos Agentes (<i>Agent Bank</i> o <i>Lead Bank</i>) en los préstamos sindicados, y las razones por las que los préstamos sindicados se han convertido en un fenómeno global.</p> <p>Resultados y Aportaciones: El estudio explica la evolución de los préstamos sindicados y la doble función del Banco Agente: como banco escogido por el prestatario para obtener financiación a través de un sindicato de entidades, y como representante de los bancos que gestiona el préstamo en nombre de los bancos sindicados. También destaca la flexibilidad y ajustabilidad (posibilidad de los bancos de vender su porción del préstamo a otra entidad) de los préstamos sindicados.</p>
Gatti, S., Kleimeier, S., Megginson, W. & Steffanoni, A. (2013) “Arranger Certification in Project Finance”	<p>Objetivos y Metodología: El estudio utiliza una muestra de 4.122 préstamos de <i>Project Finance</i> por un importe global de 769.000 millones USD en el período 1991 a 2005 para comprobar si la certificación por entidades de prestigio como <i>lead arrangers</i> de préstamos <i>Project Finance</i> tiene algún efecto sobre los <i>spreads</i> de los préstamos.</p> <p>Resultados y Aportaciones: El estudio observa que aquellos préstamos liderados por <i>lead arrangers</i> prestigiosos crea al prestatario valor económico ya que reduce los <i>spreads</i> de los intereses en comparación con los préstamos dirigidos por otros bancos <i>arrangers</i> menos prestigiosos. También observa que la certificación de estos <i>lead arrangers</i> es más valiosa en los periodos de estrés financiero.</p>
DeAngelo, H. & Stulz, R.M. (2013). Why High Leverage is Optimal for Banks.	<p>Objetivos y Metodología: El estudio analiza las razones de porque un alto endeudamiento es óptimo para los bancos. Desarrolla un modelo donde la política óptima para una entidad financiera es la creación de una estructura de capital con abundante deuda que sea segura.</p> <p>Resultados y Aportaciones: El modelo desarrollado trata de mostrar porque (i) el endeudamiento bancario se ha incrementado en los últimos 150 años, (ii) porque el alto endeudamiento bancario por sí no causa necesariamente riesgo sistémico, y (iii) porque los límites de endeudamiento para los</p>

	bancos regulados les impide competir con entidades no reguladas.
Berk, J., DeMarzo, P., & Harford, J. (2012) "Fundamentals of Corporate Finance"	Objetivos y Metodología: El estudio muestra diversas metodologías para la valoración de empresas, basándose en el <i>Valuation Principle</i> afirma que las decisiones financieras de una empresa debe basarse en llevar a cabo aquellas inversiones que incrementan el valor de la empresa.
	Resultados y Aportaciones: El estudio provee diversas herramientas que determinan el impacto de la inversión en un proyecto en el valor de la empresa comparando los costes y beneficios del proyecto en términos equivalentes. Proporciona también herramientas para gestionar la estructura financiera de la empresa y la obtención de financiación.
Jayant, R., Kale, J.R., & Meneghetti, C. (2011) "The choice between public and private debt: A survey"	Objetivos y Metodología: El estudio analiza de forma teórica (modelo Modigliani-Miller) y empírica a través de encuestas la elección de las empresas entre deuda pública y privada, y la decisión subsiguiente entre deuda privada bancaria y no bancaria.
	Resultados y Aportaciones: El estudio analiza la estructura de deuda de las empresas y las razones de por qué las empresas usan diferentes tipos de deuda. Introduce la novedad de investigar la elección de las empresas entre deuda privada bancaria y no bancaria (ejemplo, compañías de seguros), y examina las ventajas de los bancos sobre prestamistas públicos como la capacidad de renegociar las condiciones del préstamo en caso de dificultades financieras de la empresa.
Tena, A. (2011) "La titulización de activos como instrumento para la financiación de infraestructuras en España"	Objetivos y Metodología: El estudio analiza como alternativa a los préstamos bancarios, el recurso a los mercados de capitales mediante la titulización de activos para la financiación de inversiones en obra pública. De este modo, los promotores del proyecto pueden obtener recursos mediante la emisión de títulos respaldados por los derechos de crédito generados por una infraestructura.
	Resultados y Aportaciones: El estudio aporta una serie de recomendaciones para la implantación efectiva de la titulización de activos en el ámbito de la financiación de infraestructuras en España ante la próxima entrada en vigor de la Ley de Captación de Financiación en los Mercados por los Concesionarios de Obras Públicas.
Dass, N., Nanda, V.K., & Wang, Q. (2011) "Conflicts of Interest and Financial Contracts: Evidence from Syndicated Loans"	Objetivos y Metodología: El estudio analiza el efecto de los conflictos de interés de los préstamos sindicados entre los diferentes prestamistas. Por ejemplo, un <i>lead arranger</i> nombrado por el prestatario que tiene el incentivo de apoyar al prestatario ante una situación negativa del crédito, y otros miembros del sindicato de bancos que prefieren disciplinar al prestatario.
	Resultados y Aportaciones: El estudio observa que ante la situación de potenciales conflictos de interés las entidades financieras tienden a protegerse endureciendo los <i>covenants</i> en la negociación del contrato financiero. El estudio desarrolla un

	<p>modelo que refleja esos conflictos y comprueba que los <i>covenants</i> son menores cuando (i) el préstamo no es sindicado, (ii) cuando la porción del préstamo del <i>lead arranger</i> es mayor, y (iii) cuando los bancos participantes tienen una participación en el capital del prestatario.</p>
<p>Escrivá, J.L., Fuentes, E. & García-Herrero, A. (2010) “A balance and projections of the experience in infrastructure of pension funds in Latin America”</p>	<p>Objetivos y Metodología: El estudio analiza la influencia del crecimiento económico de la inversión en infraestructuras y la participación de los Fondos de Pensiones en la financiación de proyectos de infraestructuras realizados mediante fórmulas PPP en diferentes países de Latinoamérica (Chile, Colombia, México y Perú).</p> <p>Resultados y Aportaciones: El estudio concluye que con el correcto diseño de los proyectos PPP se puede incentivar la participación de los Fondos de Pensiones en proyectos de infraestructuras. Desde el punto de vista de los Fondos de Pensiones el carácter a largo plazo de los proyectos de infraestructuras permite una planificación óptima del portfolio de inversiones de acuerdo al ciclo de ahorro de sus afiliados. Otra ventaja de la participación de los Fondos de Pensiones es la reducción del riesgo regulatorio y político por el mayor rigor que exigen los Fondos de Pensiones en las regulaciones y en las normas de actuación del Gobierno.</p>
<p>EPEC (2010) “Capital markets in PPP financing. Where we were and where are we going?”</p>	<p>Objetivos y Metodología: El estudio analiza el rol de los mercados de capitales en la financiación de proyectos PPP, y compara sus ventajas y desventajas con respecto a la financiación bancaria tradicional. Analiza el papel de las aseguradoras <i>monoline</i> en las emisiones de bonos y el impacto de la degradación de las calificaciones crediticias de las <i>monoline</i> por la crisis financiera.</p> <p>Resultados y Aportaciones: El estudio analiza las razones de por qué los mercados de capitales en el mercado europeo y británico han disminuido su apoyo a la financiación de proyectos PPP debido a la reciente crisis financiera, y aporta diferentes soluciones para revivir y expandir el rol de los mercados de capitales en la financiación de proyectos.</p>
<p>Inderst, G. (2009) “Pension Fund Investment in Infrastructure”</p>	<p>Objetivos y Metodología: El estudio examina las razones teóricas de por qué los fondos de pensiones invierten en infraestructuras, los riesgos que afrontan - como el nivel de apalancamiento, riesgos ambientales y riesgos políticos y regulatorios - y muestra empíricamente el modo en que lo hacen en la práctica.</p> <p>Resultados y Aportaciones: El estudio presenta en base a los análisis realizados, recomendaciones a los reguladores para incentivar la inversión de los Fondos de Pensiones en los proyectos de infraestructuras.</p>
<p>Hinnerich, M. (2008) “Inflation-indexed swaps and swaptions”</p>	<p>Objetivos y Metodología: El estudio desarrolla un modelo para estimar el precio de los <i>inflation-indexed swaps</i>, los <i>inflation-indexed swaptions</i> y las opciones de <i>inflation-indexed bonds</i>. El modelo es una extensión del método HJM para valorar <i>inflation-indexed swaps</i>.</p>

	<p>Resultados y Aportaciones: El estudio con el modelo basado en HJM valora las <i>inflation-indexed swaps</i>. Además valora opciones de <i>inflation-indexed bonds</i> de los llamados <i>TIPS-bonds</i> asumiendo que el modelo sigue un proceso de Wiener. E introduce un modelo de mercado de swaps para valorar <i>inflation-indexed swaptions</i>. Los precios derivados tienen soluciones cerradas. El estudio prueba también la validez de la llamada <i>foreign-currency analogy</i>.</p>
Lin, C.M., Phillips, R.D., & Smith, S.D. (2007) “Hedging, financing, and investment decisions: Theory and empirical tests”	<p>Objetivos y Metodología: El estudio examina teórica y empíricamente la interacción entre las decisiones de cobertura o <i>hedging</i>, financiación e inversión. El estudio desarrolla un modelo para comprobar la hipótesis de si las empresas más eficientes piden menos prestado, invierten más en activos arriesgados y utilizan más las coberturas; y si existe una relación positiva entre cobertura y endeudamiento.</p> <p>Resultados y Aportaciones: Los resultados del estudio muestran que las decisiones de cobertura, financiación e inversión están estrechamente vinculadas entre sí. Así como que las empresas más eficientes que invierten en tecnologías arriesgadas utilizan más la cobertura y usan menos financiación de deuda para maximizar su ventaja comparativa.</p>
Tan, W. (2007) “Principles of Project and Infrastructure Finance”	<p>Objetivos y Metodología: El estudio muestra los principios de la financiación de proyectos, incluyendo la gestión de riesgos y la estructuración financiera de proyectos de infraestructuras.</p> <p>Resultados y Aportaciones: El estudio muestra la práctica en el mercado de la financiación de proyectos. El estudio presenta varios casos reales de proyectos financiados mediante <i>Project Finance</i> donde se aplican los métodos incluidos en el estudio.</p>
Garvin, M. & Cheah, Y. (2004) “Valuation techniques for infrastructure investment decisions”	<p>Objetivos y Metodología: El estudio evalúa el proceso de análisis de viabilidad económica en la toma de decisiones de los promotores de un proyecto. Analiza el caso de un BOT de una autopista de peaje en Estados Unidos y compara las valoraciones por el método tradicional y el método de valoración de opciones.</p> <p>Resultados y Aportaciones: El estudio muestra que el uso de un modelo de valoración de opciones aumenta el valor del proyecto al considerar opciones estratégicas como la flexibilidad de aplazar el proyecto. Con lo que la selección de uno u otro modo de valoración tiene su efecto en el proceso de toma de decisiones.</p>

Fuente: Elaboración propia

4. METODOLOGÍA DE ESTRUCTURACIÓN DE LA DEUDA

4.1. INTRODUCCIÓN

El *Project Finance* se diferencia del *Corporate Finance* en que la garantía del préstamo no depende de la solvencia financiera de los promotores, y se diferencia del *Asset Finance* en que la decisión de aprobación del préstamo no se basa prioritariamente en el valor de los activos como colateral. El *Project Finance* se fundamenta básicamente en la capacidad del proyecto de repagar la deuda y de remunerar al capital invertido a una tasa consistente con el nivel de riesgo inherente del proyecto. El *Project Finance* es una modalidad de estructurar la financiación de una compañía (la sociedad vehículo o sociedad proyecto) creada por los promotores usando capital y deuda subordinada, y a la cual los prestamistas deciden prestar considerando los flujos de caja como la fuente principal de devolución del préstamo, y en la que el valor de los activos es solo un colateral (Gatti, S., 2013).

El *Project Finance* implica mayores costes de transacción que la financiación tradicional, debido a los costes de estructurar la deuda a medida del proyecto y los costes de supervisión. Por eso el *Project Finance* tiende a usarse en grandes proyectos cuyo tamaño permita que los beneficios del proyecto compensen los mayores costes de la transacción (Pretorius, F., et al., 2008).

En 2013 fueron financiados proyectos mediante Project Finance por un importe de 415 mil millones USD, aumentando la modalidad de financiación mediante Project Finance un 8% en los últimos 15 años a pesar de la crisis financiera (Esty, B.C., 2014).

La evolución del *Project Finance* está estrechamente relacionada con la evolución de los mercados de capitales y de los PPP. Akbiyikli et al. (2011) demuestra como la implantación en Reino Unido de mecanismos de transferencia de riesgo en los *Public Finance Initiative (PFI)* incremento el *value for money* para la Administración de los proyectos de carreteras en comparación con los métodos anteriores de contratación.

El *Project Finance* es en sí una actividad multidisciplinar que requiere la interconexión de diferentes áreas (ingeniería, análisis de riesgos, análisis legal, evaluación financiera,...) con el fin de lograr una gestión integral del proyecto (Esty, B.C., 2003).

En este capítulo se describe la metodología empleada en Project Finance para determinar la estructura de capital y la estructuración de la deuda de un proyecto de infraestructuras. Se detallan los diferentes pasos de un *Project Finance* que van desde la determinación de las necesidades de financiación, la estimación de los flujos de caja disponibles para la deuda y los criterios para estructurar el calendario de pago de la deuda, y por último la determinación de los *covenants* asociados al contrato de financiación.

4.2. NECESIDADES DE FINANCIACIÓN

4.2.1. VOLUMEN DE INVERSIÓN A FINANCIAR

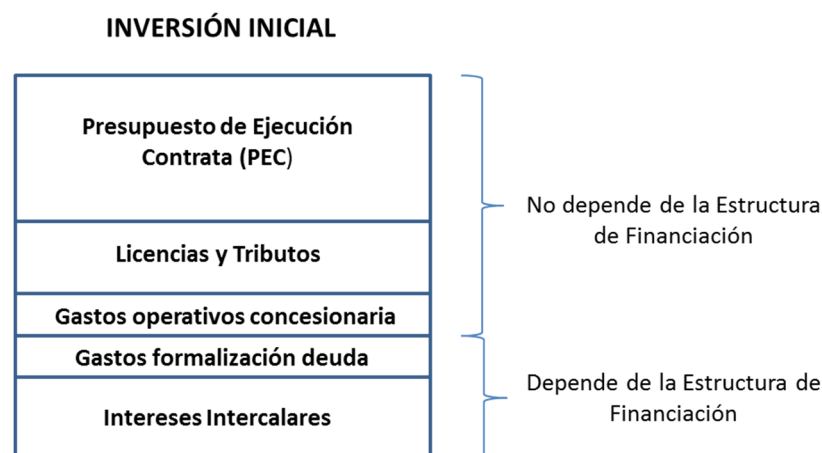
Inversión inicial a financiar

La variable fundamental que determina las necesidades de financiación de un proyecto es el volumen de inversión inicial a financiar durante la fase de construcción del proyecto.

Dentro de la inversión inicial hay partidas que no dependen de la estructura de financiación. Estas partidas son fundamentalmente el Presupuesto de Ejecución de Contrata de la Obra, las licencias y tributos y los gastos operativos de la Sociedad Concesionaria durante la fase de construcción.

Sin embargo hay otras partidas de la inversión inicial que si dependen de la estructura de financiación. Estas partidas son fundamentalmente los gastos de formalización de deuda y los gastos de intereses durante la fase de construcción (que son denominados intereses intercalares o *interim interests*). Lógicamente cuanto mayor sea el tipo de interés a pagar o cuánto mayor sea el ratio de apalancamiento mayores serán los intereses intercalares a financiar.

Figura 23. Partidas que componen la Inversión Inicial



Fuente: Adaptación propia

Línea de Crédito IVA

Un caso aparte es la financiación del IVA de Construcción. En muchos países el IVA soportado durante la construcción no se recupera hasta que la sociedad empieza a generar IVA repercutido con los ingresos de la fase de operación. En otras ocasiones la devolución del IVA soportado se produce al año siguiente en que se ha generado.

El IVA de Construcción se suele financiar con una línea de financiación aparte que tiene sus propias condiciones de financiación y que se suele denominar línea de crédito IVA. Esta línea de crédito IVA se suele amortizar con las devoluciones de IVA de la Administración.

En España actualmente muchos proyectos de infraestructuras ya no requieren un Crédito IVA por dos motivos:

- **Sociedades concesionarias que pertenecen a un grupo fiscal.** Actualmente en España las empresas que forman parte de un mismo grupo fiscal pueden compensar entre sí las bases imponibles del Impuesto de Sociedades y los pagos de IVA. En este caso se compensan el IVA soportado de la empresa concesionaria con el IVA repercutido de otras empresas del mismo grupo fiscal. Esta situación se da cuando hay una empresa matriz que ejerce un control sobre la sociedad concesionaria.
- **Devolución mensual del IVA.** En España las empresas pueden optar por solicitar la devolución mensual del IVA, de modo que las sociedades pueden solicitar a la Agencia Tributaria recuperar el exceso de IVA soportado en efectivo (tras comprobar generalmente la Agencia Tributaria las facturas que originan el IVA).

Inversiones de ampliación

Algunos proyectos de infraestructuras tienen previsto realizar inversiones de ampliación de capacidad a lo largo de la concesión. Por ejemplo, aumento del número de grúas de pórtico de una terminal de contenedores. Estas inversiones son contempladas en el Caso Base pero si se producen sobre todo en un plazo largo de tiempo son financiadas con nuevos préstamos que son diferentes al préstamo inicial de la fase de construcción.

Hay que señalar que los préstamos de las entidades financieras determinan un importe máximo y un período de disponibilidad para realizar disposiciones del préstamo, con lo que aquellas inversiones que se sitúan fuera del período de disponibilidad del préstamo inicial se han de financiar con otros préstamos distintos.

Déficits de Explotación

En algunos proyectos el propio Caso Base prevé que los ingresos de explotación durante los primeros años de operación son insuficientes para cubrir bien los costes de explotación, el capital circulante o el pago de intereses de la deuda. En estos casos, se pueden establecer líneas de financiación adicionales para los déficits de explotación en los primeros años de operación.

Estructura de Financiación

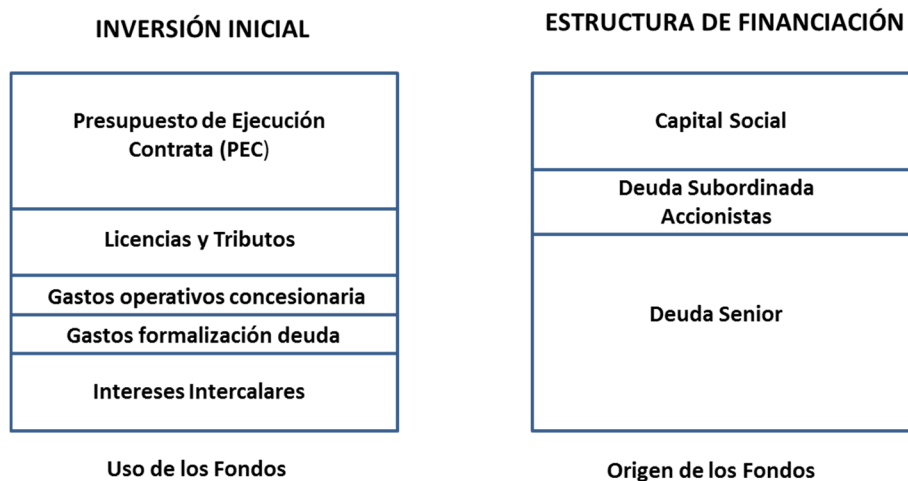
La estructura de financiación depende en gran medida de las características del proyecto (Fabozzi, F.J., et al., 2006). La primera elección que suele realizar el promotor del proyecto es financiar el proyecto mediante financiación *Project Finance* o mediante financiación corporativa.

En los grandes proyectos de infraestructuras la elección más frecuente es la de financiación tipo *Project Finance* (Khan, M.F.K., y Parra, R.J., 2003). La decisión por parte de las empresas de utilizar financiación *Project Finance* o *Corporate Finance* depende de diversos factores como son el tamaño del proyecto, el coste de cada tipo de financiación disponible en el mercado, o los incentivos de la dirección (An, Y., y Cheung, K., 2009).

Las técnicas de *Project Finance* permiten asignar los riesgos y rentabilidades más eficientemente que la financiación corporativa. Y como resultado de las garantías implícitas de los gobiernos, el *Project Finance* permite un nivel de apalancamiento mayor que el que podría obtener los promotores del proyecto si empleasen fuentes de financiación internas (Finnerty, J.D., 2007).

En la siguiente figura se indica la estructura de financiación típica para financiar la inversión inicial de un proyecto de infraestructuras. Los recursos propios lo componen el Capital Social y la Deuda Subordinada de Accionistas. El volumen de Deuda Senior depende del volumen de inversión y del ratio de apalancamiento fijado en el Contrato de Financiación.

Figura 24. Uso y Origen de Fondos



Fuente: Adaptación propia

4.2.2. CONDICIONES DE FINANCIACIÓN

Las condiciones de financiación fijan los términos en que las entidades financieras acuerdan otorgar el préstamo a los sponsor del proyecto. Estas condiciones vienen determinadas en el Contrato de Financiación que firman las entidades financieras con los accionistas de la SPV o Sociedad Concesionaria (Yescombe, E.R., 2013).

La determinación de los covenants de un préstamo *Project Finance*, depende en gran medida de la evaluación de los riesgos del proyecto que realicen las entidades financieras. La firma de un contrato de financiación tipo *Project Finance* es un proceso laborioso con diferentes etapas (due

diligence, modelización financiera, evaluación de riesgos, contratos asociados) hasta completar la fase de financiación del proyecto (Tinsley, R., 2014).

Las condiciones de financiación entre un proyecto y otro son con frecuencia muy diferentes, y depende de diversos factores como: tipo de infraestructura, país donde se desarrolla el proyecto, el promotor de proyecto, el marco contractual, o los riesgos económico, legal y político del proyecto (Kayser, D., 2013). El riesgo político en la formación de los precios de los préstamos afecta principalmente a los países en desarrollo (Girardone, C., y Snaith, S., 2011).

El coste y las condiciones de financiación dependen en gran medida del nivel de riesgo del proyecto (Winsen, J.K., 2009), pudiendo reducirse de forma significativa el coste de la financiación con la incorporación al proyecto de garantías del Gobierno o de Multilaterales (Nevitt, P., 2000). Mientras en los préstamos *Project Finance* la naturaleza del activo tiene un impacto sustancial en el *spread* (Vink, D., et al., 2007), en los préstamos *Corporate Finance* la variable más determinante del *spread* es el rating crediticio (Buscaino, V., et al., 2012).

La estructura temporal de los *spreads* de créditos de los préstamos *Project Finance* es diferente de otros préstamos y bonos, debido al menor riesgo percibido en el mercado a largo plazo en los préstamos *Project Finance* (Sorge, M., y Gadancz, B., 2004).

Además del propio contrato de financiación en un *Project Finance* son también muy relevantes otros contratos no financieros como el Contrato de Concesión o el Contrato de Construcción. Los prestamistas confían en los contratos entorno al *Project Finance* como un mecanismo para controlar costes de agencia y riesgos de proyecto (Corielli, F., Gatti, S., y Steffanoni, A., 2010). Para concluir con éxito un préstamo *Project Finance* se requiere la inclusión de cláusulas contractuales que protejan a los prestamistas tales como garantías, *covenants* financieros o cuentas de reserva (Mensah, J.K., 2015).

A continuación se detallan las principales condiciones que vienen establecidas en un Contrato de Financiación:

- **Porcentaje máximo de apalancamiento:** Es el ratio máximo de Deuda / Total Financiación que las entidades financieras están dispuestas a asumir. Antes de la crisis financiera de 2007 el Ratio de Apalancamiento solía ser 80/20 (80% Deuda y 20% Recursos Propios) pero tras la crisis el Ratio de Apalancamiento suele ser 70/30. A menor Ratio de Apalancamiento menor es el riesgo crediticio de las entidades financieras y mayor es el volumen de recursos propios que han de aportar los accionistas de la SPV o Sociedad Concesionaria.
- **Importe máximo de financiación:** Es la cantidad máxima que las entidades financieras están dispuestas a prestar para el proyecto a la SPV o sociedad concesionaria. En caso de sobrecostos de construcción, los Sponsors han de realizar aportaciones adicionales de capital una vez superado el importe máximo de financiación.

- **Tramos de deuda:** En ocasiones los contratos de financiación fijan diferentes tramos o *tranches* de disposiciones de deuda que pueden tener o no condiciones distintas de financiación y de prelación de pagos, y que pueden financiar diferentes elementos de la inversión inicial (ejemplo, obra civil o equipos).
- **Período de disponibilidad:** Es el período en que la SPV o Sociedad Concesionaria puede realizar desembolsos de la Deuda Senior. Tras el fin del período de disponibilidad el importe de deuda no empleado queda indisponible salvo que se acuerde con las entidades financieras extender el período de disponibilidad.
- **Tasas de interés:** El cálculo de la tasa de interés a pagar por el préstamo depende del tipo de interés base, el tipo *swap*, la tasa de cobertura y el *spread*.
 - **Tipo de Interés Base:** Los préstamos de proyectos de infraestructuras suelen ser a largo plazo a un tipo de interés variable. El tipo de interés base es el tipo de interés de referencia que se emplea para estimar la tasa de interés del préstamo. Los bancos suelen utilizar referencias de mercado de tasas variables como el Libor o tasas de interés de deuda pública o bonos soberanos. En Europa los bancos suelen utilizar los tipos de interés Euribor a 12 meses como base para determinar los tipos de interés de los préstamos.
 - **Spread:** El *Spread* o Margen es el diferencial que se adiciona a la tasa de interés base (en la parte variable) y al tipo *Swap* (en la parte fija). El nivel de *Spread* varía mucho según las condiciones de mercado y el riesgo crediticio del proyecto. Antes de la crisis financiera el *Spread* de muchos proyectos de infraestructuras se situaba en 60 p.b. incrementándose tras la crisis hasta los 350 p.b.
 - **Tasa de Cobertura:** Las entidades financieras con el fin de mitigar el riesgo de variación del tipo de interés en los primeros años de concesión, suelen exigir al Concesionario la contratación mediante una permuta financiera o *swap* de un tipo de interés fijo a un plazo determinado. La tasa de cobertura es el porcentaje de los intereses que ha de pagar el Concesionario que están cubiertos con el *swap*. Generalmente en los contratos de financiación de infraestructuras la tasa de cobertura suele ser del 70% y el plazo del *swap* suele ser de 10 años, aunque depende de las características del proyecto y de las condiciones del mercado.
 - **Tipo Swap:** Los *swaps* son contratos financieros bilaterales en los cuales las partes se comprometen a intercambiar flujos de caja en fechas futuras. Los intercambios están referenciados a tipos de interés; se conocen como *interest rate swaps* (IRS) cuando las tasas de interés están denominadas en la misma moneda o *cross currency swaps* (CCS) cuando el contrato implica el intercambio de intereses y capital en moneda extranjera a cambio de pagos en moneda local. Existe otro tipo de derivados financieros como las opciones o los *swaptions*, que son mucho más flexibles, por no tener la obligación de ejercer el contrato al vencimiento, no obstante, al existir un coste por la compra de la opción, esta alternativa no suele utilizarse en Project Finance.

Las entidades financieras suelen exigir que la SPV o Concesionaria que contrate el *Swap* con las mismas entidades que otorgan la financiación, con lo que a través del *Swap* las entidades financiadoras obtienen otra comisión adicional.

Los *Swap* tienen como efecto que condicionan los prepagos o pagos anticipados de deuda (por la aplicación de un *Cash Sweep*) por lo que se suelen definir tasas de cobertura del entorno del 70% e incluso tasas de cobertura decrecientes según avanza el período del préstamo.

- **Comisiones:** Las principales comisiones que se suelen aplicar en un préstamo *Project Finance* son las siguientes.

- **Comisión de apertura:** Esta comisión se suele cobrar como un porcentaje sobre el importe del préstamo comprometido. El importe se suele pagar en el momento de la formalización de préstamo.
- **Comisión de estructuración:** La estructuración de la deuda de un proyecto es un proceso largo y costoso, por lo que la entidad financiera encargada de liderar la estructuración de la deuda suele cobrar una comisión de estructuración. Esta comisión se suele cobrar como un porcentaje del importe del préstamo comprometido.

En ocasiones la comisión de estructuración está incluida dentro de la comisión de apertura.

- **Gastos de Due Diligence:** Para la concesión de un préstamo *Project Finance* normalmente se realiza una *due diligence* del proyecto por asesores externos como son expertos legales y contables, asesores de demanda, auditores del modelo o consultores de negocio. Estos expertos suelen ser nombrados por el banco y el coste de sus servicios es pagado por el Concesionario que solicita el préstamo.
- **Comisión de aseguramiento:** Esta comisión la cobran las entidades financieras en un préstamo sindicado por asegurar al Concesionario el otorgamiento del préstamo. La comisión se cobra sobre el importe asegurado que garantiza cada entidad financiera del préstamo sindicado.
- **Comisión de disponibilidad:** Las entidades financieras conforme a las reglas de Basilea al otorgar un préstamo tienen ya por ese compromiso un coste porque el préstamo le consume capital (a efectos del cálculo del TIER). Por eso las entidades financieras suelen cobrar durante el período de disponibilidad de préstamo una comisión de disponibilidad que se calcula como un porcentaje sobre el importe del préstamo comprometido y no desembolsado.
- **Comisión de agencia:** Esta comisión suele ser un importe fijo anual actualizable o no con IPC que cobra la entidad financiera encargada de gestionar el préstamo por los servicios de banco agente o de gestión del préstamo.

- **Período de carencia:** Los contratos de financiación suelen fijar un período de carencia de devolución del principal durante el período de construcción. Es menos frecuente que exista un período de carencia de los intereses.

- **Plazo máximo de devolución:** Es el plazo máximo en que la deuda ha de ser devuelta. En ocasiones este plazo puede ser menor al plazo previsto si hay un *Cash Sweep* o si el Concesionario opta por una cancelación anticipada de la deuda (que puede hacerse con excedentes de tesorería o con una refinanciación en mejores condiciones).
En el caso de que al final del plazo máximo de devolución, la sociedad concesionaria no haya sido capaz de devolver el préstamo, el préstamo pendiente es exigible por las entidades financieras y para evitar una situación de mora o *default* la sociedad ha de realizar una refinanciación o una reestructuración de la deuda. O en el peor de los casos declararse en situación concursal.
- **Calendario de devolución de la deuda:** El calendario de devolución de la deuda se puede fijar por varios sistemas como son:
 - **Calendario prefijado:** Se establece un calendario de devolución del principal de la deuda bien mediante importes fijos o porcentajes sobre el préstamo dispuesto. Este calendario se determina estructurando la deuda de modo que se adecua el servicio de la deuda (empleando para ello generalmente el Ratio de Cobertura del Servicio de la Deuda del Caso Base) a los flujos de caja del proyecto. Este método también conocido como deuda estructurada es el más empleado en *Project Finance*.
 - **Cuota constante:** Es el sistema de los préstamos hipotecarios en que la cuota del préstamo es constante, siendo creciente a lo largo de la vida del préstamo el importe de la devolución del principal a la par que va disminuyendo el importe de los intereses a pagar. Este tipo de préstamo se adecúa bien en los casos de Infraestructuras Sociales donde el Concedente paga un importe fijo y no existe riesgo de demanda.
 - **Amortización lineal:** Mediante este sistema el principal de la deuda es devuelto de forma lineal a lo largo del período de vida del préstamo. Con un sistema de amortización lineal el servicio de la deuda es en realidad decreciente, pagando el Concesionario más al inicio de la concesión cuando los intereses son mayores y menos al final cuando los intereses son menores. Este sistema es muy poco utilizado para la financiación de infraestructuras ya que no se adecúa bien a los flujos de caja del proyecto que suelen ser crecientes a lo largo de la concesión.
 - **Bullet final:** Consiste en que un determinado porcentaje de la Deuda es devuelto en el último plazo. De este modo el importe del servicio de la deuda anual que ha de afrontar el Concesionario es menor, y el Concesionario puede en el momento de pagar el *Bullet* final solicitar un nuevo préstamo para refinanciar el *Bullet*.
- **Cash Sweep:** Un *Cash Sweep* (o barrido de caja) es una cláusula por la que el Concesionario además de atender al calendario previsto de devolución del préstamo (o *scheduled repayment*) tiene la obligación de realizar cancelaciones anticipadas del préstamo o prepagos (o *prepayments*) dedicando al repago de la deuda un determinado porcentaje del excedente de caja tras el pago del servicio de la deuda.

Antes de la crisis financiera era poco habitual la existencia de cláusulas *Cash Sweep*, aunque tras la crisis financiera se hicieron mucho más habituales especialmente en las estructuras *Mini-Perm*.

El efecto de los *Cash Sweep* es reducir la duración de la deuda y el nivel de apalancamiento. Con ello los bancos ven reducido su nivel de riesgo de crédito mientras que su rentabilidad se reduce en una proporción menor, ya que muchos de sus ingresos por el préstamo son a través de comisiones.

Para los accionistas los *Cash Sweep* reduce la caja disponible para los accionistas con lo que disminuye significativamente la rentabilidad de los accionistas ya que retrasan en el tiempo los pagos que reciben los accionistas en forma de dividendos.

- **Cuenta de Reserva del Servicio de la Deuda:** La Cuenta de Reserva del Servicio de la Deuda (CRSD) es una obligación del Concesionario de constituir un depósito indisponible en la entidad financiera destinado al pago del servicio de la deuda. Generalmente los contratos de financiación suelen exigir que la CRSD sea igual al Servicio de la Deuda de los próximos seis meses (lo que equivaldría al 50% del Servicio de la Deuda anual).

Para las entidades financieras la CRSD tiene un doble efecto: por un lado aumenta su rentabilidad ya que remuneran la CRSD a una tasa mucho menor que el interés que cobran con el préstamo, y por otro lado disminuye el nivel de riesgo de crédito de la entidad financiera. Ya que ante cualquier eventualidad tiene asegurado el cobro de al menos la próxima cuota, lo que le da a las entidades financieras un tiempo adicional para ante una situación adversa intentar reestructurar la deuda y evitar un *default*.

Para la sociedad Concesionaria la CRSD tiene un coste financiero ya que es un dinero que tiene inmovilizado a una tasa de remuneración muy inferior a la tasa de interés del préstamo, y supone además un mayor activo que ha de financiar.

- **Cuenta de Reserva de Inversiones de Reposición o Reinversiones:** La Cuenta de Reserva de Inversiones (CRI) tiene como finalidad que la Sociedad Concesionaria en los años previos a la inversión de reposición prevista vaya dotando de fondos (a cargo de los recursos generados por la sociedad) una cuenta cuyo uso es afrontar las inversiones de reposición en los años en que se produce. De esta manera, las entidades financieras se aseguran que la sociedad concesionaria tenga recursos suficientes para afrontar sus compromisos de inversiones de reposición sin necesidad de solicitar un endeudamiento adicional.

La Cuenta de Reserva de Inversiones (CRI) se aplica principalmente en aquellos proyectos con inversiones de reposición relevantes con una periodicidad plurianual. Por ejemplo, las obras relativas al asfaltado periódico de una pista de aterrizaje en un Aeropuerto.

Estas inversiones de reposición son diferentes a las inversiones de ampliación (como por ejemplo, la construcción de una nueva terminal en un aeropuerto) que por su volumen precisan de un plan de financiación específico, con nuevas aportaciones de deuda y recursos propios.

- **Ratios financieros:** Las entidades financieras establecen diferentes ratios financieros en los contratos de financiación con el fin de medir el grado de capacidad del repago de la deuda. Los contratos de financiación establecen también valores mínimos de estos ratios por debajo de los cuáles la SPV o sociedad concesionaria estaría en una situación de *default*. Los ratios financieros más comúnmente utilizados son:
 - **Ratio de Cobertura de Intereses (*Interest Coverage Ratio, ICR*):** Es el ratio del flujo de caja disponible para el servicio de la deuda dividido por el monto total de los intereses de la deuda. Normalmente se calcula para un período anual.
 - **Ratio de Cobertura del Servicio de la Deuda (*Debt Service Coverage Ratio, DSCR*):** Es el ratio del flujo de caja disponible para el servicio de la deuda dividido por el monto total del servicio de la deuda. Normalmente se calcula para un período anual.
 - **Ratio Cobertura de la Vida de la Deuda (*Loan Life Coverage Ratio, LLCR*):** Es el valor actual del flujo de caja disponible para el servicio de la deuda desde la fecha de cálculo hasta el vencimiento de la deuda, dividido por el saldo del principal pendiente de la deuda.
 - **Ratio Cobertura de la Vida del Proyecto (*Project Life Coverage Ratio, PLCR*):** Es el valor actual del flujo de caja disponible para el servicio de la deuda durante el plazo remanente de la vida del proyecto, dividido por el saldo del principal pendiente de la deuda.
- **Otras condiciones:** Las entidades financieras suelen exigir otras condiciones como prohibición de que la SPV o Concesionaria obtenga endeudamiento adicional, limitaciones al reparto de dividendos a los accionistas, promesa de hipoteca u otras cláusulas que se han hecho habituales tras la crisis financiera (*Material Adverse Change, Clear Market, Market Flex* o *Market Disruption Clause*).

El objetivo de estas condiciones es proteger los intereses de los prestamistas, con el fin de asegurarse que los recursos generados por el proyecto vayan primeramente a pagar el servicio de la deuda antes que remunerar a los accionistas, y limitar al máximo el riesgo de crédito de los prestamistas.

4.3. FLUJOS DE CAJA DISPONIBLES PARA EL SERVICIO DE LA DEUDA

4.3.1. MEDIDAS DE FLUJOS DE CAJA DISPONIBLES PARA EL SERVICIO DE LA DEUDA

Los Flujos de Caja disponibles para el Servicio de la Deuda (FCSD) es el efectivo que genera la empresa que puede emplear para el pago del servicio de la deuda. El valor del Flujo de Caja disponible para el Servicio de la Deuda proporciona una medida de cómo la generación de efectivo por la empresa garantiza el pago del servicio de la deuda (Standard&Poor's, 2014).

Los contratos de financiación del Concesionario con las entidades financieras suelen definir el método de cálculo del Flujo de Caja disponible para el Servicio de la Deuda. El cálculo del FCSD no incluye los pagos relacionados con la remuneración al accionista (dividendos, intereses deuda subordinada,...) al tener estos un orden de prelación de pagos por detrás del servicio de la deuda. En los contratos de financiación siempre se incluye una cláusula de modo que si el Concesionario no hace frente al Servicio de la Deuda o no cumple con unos determinados ratios o *covenants*, entonces los accionistas no pueden recibir ninguna remuneración.

Los métodos de cálculo más habituales del FCSD son:

FCSD = EBITDA → El FCSD es el nivel de EBITDA generado por la empresa.

Este enfoque se centra en calcular el efectivo generado por las operaciones de la empresa, sin considerar las inversiones en activos fijos, circulante ni el pago de impuestos. Es una medida muy simple de calcular aunque se suele emplear poco en contratos de financiación.

FCSD = EBITDA – Impuestos → El FCSD es el EBITDA menos los impuestos a pagar.

Este enfoque considera el flujo de efectivo generado por las operaciones de la empresa deduciendo el pago de impuestos, ya que Hacienda es un acreedor preferente. No considera las inversiones en activos fijos y capital circulante.

FCSD = FCL → El FCSD es el Flujo de Caja Libre o *Free Cash Flow*.

La ventaja de este enfoque es que considera las inversiones en activos fijos y en el capital circulante como una menor disposición de efectivo para el servicio de la deuda. Sin embargo hay entidades financieras que no usan el FCL ya que consideran que la financiación de las inversiones se realizará con préstamos bancarios y capital, y no con el efectivo generado por la empresa; con lo que su enfoque es no incluir las inversiones en el cálculo del FCSD.

FCSD = FCSD Cascada Flujos de Caja → El FCSD se calcula con la Cascada de Flujos de Caja

El FCSD se calcula a partir de una Cascada de Flujos de Caja (o *Cash Waterfall*). Es el método más exacto para el cálculo del Flujo de Caja disponible para el Servicio de la Deuda. Y para su cálculo se requiere habitualmente el uso de un modelo financiero.

En *Project Finance* el cálculo de los Flujos de Caja disponibles para el servicio de la deuda resulta relevante para la estimación de diferentes ratios como el Ratio de Cobertura de Intereses y el Ratio de Cobertura del Servicio de la Deuda. Se utiliza además a menudo para estimar en el Caso Base el calendario del pago del servicio de la deuda que posteriormente se recoge en el contrato de financiación. Sobre el FCSD no se suele realizar ninguna operación de cálculo de VAN o TIR.

La estimación del Flujo de Caja disponible para el Servicio de la Deuda se realiza según el grado de complejidad con que se quiere detallar en el Contrato de Financiación de diferentes modos. Las medidas más habitualmente utilizadas en los contratos de Project Finance, son:

- **EBITDA menos Impuestos:** Esta medida es usada como una alternativa al Flujo de Caja Libre sencilla de calcular. A diferencia del Flujo de Caja Libre, la figura del EBITDA menos Impuestos no tiene en cuenta las inversiones. En aquellos proyectos que no tienen inversiones significativas en la fase de operación ni un importe relevante de capital circulante, la figura del EBITDA menos Impuestos resulta un buen *proxy* del Flujo de Caja Libre. Otra ventaja de esta medida es que no precisa para su cálculo de ningún modelo financiero, siendo suficiente la información de la Cuenta de Pérdidas y Ganancias.
- **Flujo de Caja Libre:** El Flujo de Caja Libre se calcula a partir del EBITDA (o del Beneficio Neto antes de intereses e impuestos sumándole las amortizaciones) restándole las inversiones en activos fijos y circulante y los impuestos.
El Flujo de Caja Libre es una medida sencilla de estimar el Flujo de Caja disponible para la Deuda.

Tabla 11. Flujo de Caja Libre

Flujo de Caja Libre
EBITDA
(-) Inversión en activos fijos (CAPEX)
(+/-) Variación en capital circulante
(-) Impuestos
Flujo de Caja Libre

Fuente: Adaptación propia

- **Cascada de Flujos de Caja (o *Cash Flow Waterfall*):** El modo más completo y exacto para estimar el Flujo de Caja disponible para el Servicio de la Deuda es utilizar la Cascada de Flujos de Caja. La Cascada de Flujos de Caja es una forma de ordenar el estado de tesorería o de flujos de caja, ordenando las diferentes partidas de mayor a menor prelación en el pago.

Al inicio de los Flujos de Caja están los ingresos y gastos operativos, le siguen a continuación las inversiones y los ingresos financieros provenientes de los depósitos (que no suele ser un importe relevante). Estas partidas conforman el Flujo de Caja del Proyecto antes de Impuestos. A esta partida se le restan los impuestos y se obtiene el Flujo de Caja del Proyecto después de Impuestos que equivale al Flujo de Caja disponible para el Servicio de la Deuda.

Después están el pago de intereses y devolución del principal que constituye el Servicio de la Deuda, y las variaciones en la Cuenta de Reserva del Servicio de la Deuda, desembolsos de nueva deuda y en su caso el repago de líneas de liquidez y *Cash Sweep*. Tras estas partidas se obtiene el Flujo de Caja Disponible para los Accionistas.

A esto se le resta el pago de intereses y principal de la deuda subordinada, el pago de dividendos y la distribución de reservas, y reducciones de capital, y se le suma los desembolsos de deuda subordinada y aumentos de capital para obtener los Flujos de Caja de los Accionistas.

Tabla 12. Cascada de Flujos de Caja

Núm.	Cascada Flujos de Caja
1	(+) Ingresos de explotación
2	(-) Gastos operativos (OPEX)
3	EBITDA (1+2)
4	(+) Ingresos financieros
5	(-) Inversión en activos fijos (CAPEX)
6	(+/-) Variación en capital circulante
7	Flujo de Caja del Proyecto antes de Impuestos (3+4+5+6)
8	(-) Pago de Impuestos
9	Flujo de Caja del Proyecto después de Impuestos (7+8)
10	Flujo de Caja Disponible para el Servicio de la Deuda, FCDSD (9)
11	(-) Pago de intereses de la Deuda Senior y liquidación operaciones cobertura
12	(-) Pago de principal de la Deuda Senior
13	Servicio de la Deuda, SD (11+12)
14	(+/-) Variación en la Cuenta de Reserva del Servicio de la Deuda
15	(+) Disposiciones nueva deuda y líneas de liquidez
16	(-) Repago línea liquidez y <i>cash sweep</i>
17	Flujos de Caja de la Deuda (13+14+15+16)
18	Flujo de Caja Disponible Accionistas, FCDA (10+17)
19	(-) Pago intereses deuda subordinada
20	(-) Pago principal deuda subordinada
21	(-) Pago de dividendos y distribución de reservas
22	(-) Devolución del Capital
23	(+) Desembolsos deuda subordinada
24	(+) Aportaciones de Capital
25	Flujo de Caja Accionistas (19+20+21+22+23+24)
26	Total Variaciones de Caja en el Período (18+25)

Fuente: Adaptación propia

4.3.2. FLUJOS DE CAJA DE LA DEUDA

Las partidas que componen los flujos de caja de la deuda, son:

- **Deuda Bancaria a largo plazo:** incluye la deuda bancaria a largo plazo para la financiación de la inversión inicial. Los flujos de caja son disposiciones de la Deuda Senior, pagos de comisiones (estudio, apertura, estructuración, disponibilidad, agencia), pago de intereses y devolución del principal de la deuda.
- **Cuenta de Reserva del Servicio de la Deuda (CRSD):** la CRSD está directamente vinculada a la financiación bancaria y debe incluirse como un flujo de caja de la deuda. El efecto de la CRSD sobre el Concesionario es la no posibilidad de disponer de una parte de crédito que queda retenido por el Banco y sobre el cual está pagando unos intereses de acuerdo a las condiciones de financiación. En ocasiones la CRSD está remunerada a un tipo de interés, que es inferior al tipo de interés de la deuda que paga el Concesionario. Estos intereses se incluyen a veces o no en los flujos de caja de la deuda.
- **Líneas de crédito:** incluye la contratación de una línea de crédito que se pueden emplear para la financiación del circulante, para la dotación a la CRSD o para cubrir déficits de tesorería puntuales. Los flujos de caja son disposiciones de la Línea de Crédito, pagos de comisiones (estudio, apertura, estructuración, disponibilidad, agencia), pago de intereses y devolución del principal de la línea de crédito.

Una vez estimados los flujos de caja de la deuda, se estima el TIR de los flujos de Deuda. La TIR calculada se corresponde con el coste efectivo de la Deuda (K_d). El coste efectivo de la Deuda (K_d) es superior al tipo de interés nominal de la deuda (i_d) por el efecto de la CRSD y los pagos de comisiones bancarias no incluidos en la tasa de interés.

En la siguiente tabla se indican las partidas que forman parte de los Flujos de Caja de la Deuda:

Tabla 13. Flujos de Caja de la Deuda

Flujos de Caja de la Deuda
Disposiciones Deuda Senior (+)
Devolución Principal Deuda Senior (-)
Pagos de intereses y comisiones Deuda Senior (-)
Dotaciones CRSD (-)
Devoluciones CRSD (+)
Cobro intereses saldos CRSD (+)
Disposiciones Línea de Crédito (+)
Devolución Principal Línea de Crédito (-)
Pagos de intereses y comisiones Línea de Crédito (-)
Flujos de Caja de la Deuda

Fuente: Adaptación propia

Y en la tabla siguiente se indica la relación de las partidas de los Flujos de Caja de la Deuda incluidas en la Cascada de Flujos de Caja:

Tabla 14. Flujos de Caja de la Deuda incluidos en la Cascada de Flujos de Caja

Flujos de Caja de la Deuda (Cascada Flujos de Caja)
(-) Pago de intereses de la Deuda Senior y liquidación operaciones cobertura
(-) Pago de principal de la Deuda Senior
Servicio de la Deuda
(+/-) Variación en la Cuenta de Reserva del Servicio de la Deuda
(+) Disposiciones nueva deuda y líneas de liquidez
(-) Repago línea liquidez y <i>cash sweep</i>
Flujos de Caja de la Deuda

Fuente: Adaptación propia

4.3.3. RATIOS DE COBERTURA

4.3.3.1. RATIO DE COBERTURA DEL SERVICIO DE LA DEUDA

Definición del RCSD

El principal ratio utilizado por las entidades financieras en la evaluación de proyectos para definir el calendario del pago de la deuda es el Ratio de Cobertura del Servicio de la Deuda (RCSD).

El uso de los ratios de cobertura proporciona a los prestamistas un método para determinar el margen de holgura de que un proyecto pueda no dar los resultados previstos antes de producirse una situación de impago (Merna, A., et al., 2010).

El Ratio de Cobertura del Servicio de la Deuda se define como el cociente entre el Flujo de Caja disponible del Servicio de la Deuda (FCSD) y el importe del Servicio de la Deuda (SD) que incluye devolución del principal más intereses de ese año. El valor de la expresión es el siguiente:

$$\text{Ratio Cobertura Servicio Deuda (RCSD)} = \frac{\text{Flujo de Caja disponible Servicio Deuda}}{\text{Servicio de la Deuda}} = \frac{\text{FCSD}}{\text{SD}}$$

El valor del RCSD debe ser siempre mayor que uno, porque en caso contrario indicaría que la empresa no podría atender el servicio de la deuda.

Este ratio tiene como limitación que sólo contempla la generación de caja de un determinado año, sin considerar la cifra de tesorería que tiene la empresa en el Balance o la capacidad de endeudamiento adicional de la empresa en base a sus expectativas futuras de negocio.

Cálculo del RCSD

La fórmula de cálculo del denominador está claramente definida, ya que el “SD” de forma unívoca hace referencia al importe correspondiente a la suma de intereses más la amortización del principal prevista de acuerdo al calendario de amortización del préstamo.

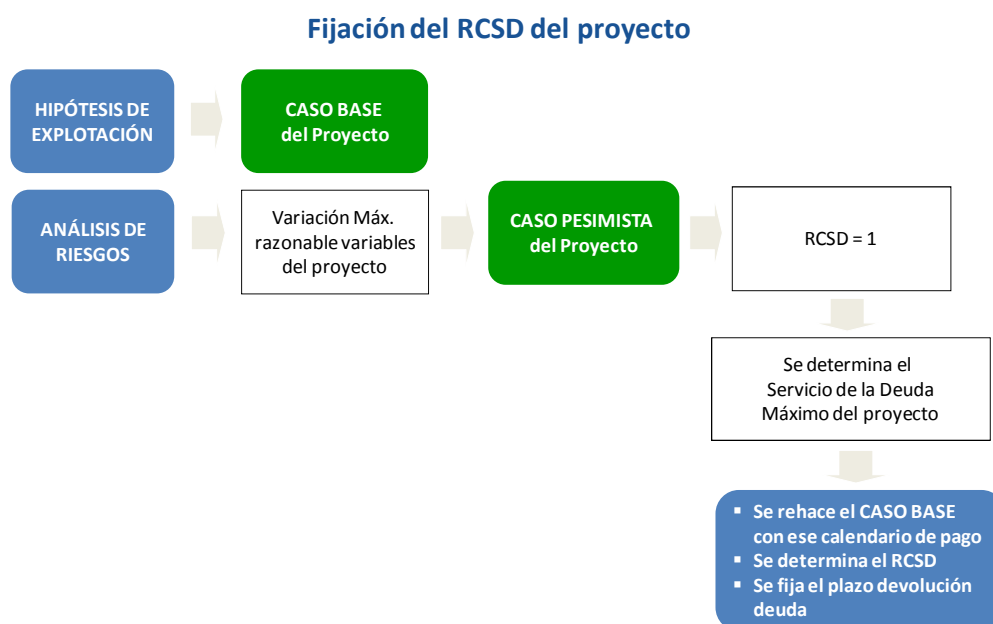
Sin embargo la fórmula de cálculo del numerador difiere de forma significativa dependiendo del proyecto y las prácticas definidas por cada entidad financiera. En los contratos de financiación el Flujo de Caja Disponible para el Servicio de la Deuda viene habitualmente definido cómo: el valor del “EBITDA menos Impuestos”, el “Flujo de Caja Libre” o el “Flujo de Caja disponible para la deuda” según un modelo de cascada de flujos de caja. La principal diferencia entre una definición u otra es que la cifra de “EBITDA menos Impuestos” no tiene en cuenta las inversiones, mientras que el “Flujo de Caja Libre” si las considera. Para emplear la cascada de flujos de caja no basta con la información proveniente de las cuentas anuales, sino que se ha de acordar el empleo de un modelo financiero para el cálculo de los ratios.

Utilización del RCSD en la metodología Project Finance

El RCSD se utiliza para determinar el nivel de deuda y el calendario de la deuda del proyecto. La práctica habitual de las entidades financieras es exigir que el RCSD mínimo en el caso pesimista del proyecto sea al menos igual a 1 u otro valor por encima de 1 determinado por el banco. Con ello, se determina el Servicio de la Deuda máximo que es asumible por el proyecto.

Con el valor máximo del Servicio de la Deuda asumible por el proyecto determinado por el caso pesimista, se rehace el caso Base con ese calendario de deuda y se procede a determinar el valor del RCSD. El Caso Base del proyecto debe alcanzar un RCSD mínimo alrededor de 1,30 o superior dependiendo del nivel de riesgo del proyecto. Con el valor del RCSD mínimo del Caso Base se procede a determinar el calendario del servicio de la deuda y el plazo de devolución de la deuda. En la siguiente figura se muestra la metodología habitual en *Project Finance* para fijar el valor del RCSD y el calendario de pago de la deuda.

Figura 25. Fijación del RCSD del proyecto en la metodología Project Finance



Fuente: Vassallo, J.M.. (2007). “Características y Estructuración del Project Finance”.

Fijación del RCSD mediante funciones de probabilidad

El valor del RCSD de forma poco frecuente es determinado a través de funciones de distribución de probabilidad. El motivo de ello es que los modelos financieros empleados en la valoración de proyectos suelen reflejar un caso base, un caso pesimista y un caso optimista; pero no suelen incluir funciones de distribución de probabilidad que reflejen los posibles valores de las variables subyacentes (ejemplo, tráfico, tarifas, tipos de interés, tasas de inflación,...).

Ello hace que los modelos financieros normalmente utilizados para la valoración de proyectos de infraestructuras no permitan emplear funciones de distribución de probabilidad sobre el valor del RCSD.

El fijar un determinado nivel de RCSD por encima de 1,00 no garantiza que en determinados escenarios no se obtenga un valor del RCSD por debajo de 1,00. Por ello una mejor medida del nivel de riesgo para los financiadores que el utilizar como es habitual un solo valor discreto de un escenario, sería emplear funciones de probabilidad y definir un nivel de probabilidad de que el RCSD no se encuentre por debajo de un determinado percentil. Por ejemplo que en el percentil del 20% el valor del RCSD no sea inferior a 1,00.

4.3.3.2. RATIO DE COBERTURA DE INTERESES

Definición del RCI

El Ratio de Cobertura de Intereses (RCI) se define como el cociente entre el Flujo de Caja Disponible para el Servicio de la Deuda (FCSD) y el importe de los Intereses (Int) de la deuda de ese año. El valor de la expresión es el siguiente:

$$\text{Ratio Cobertura Intereses (RCI)} = \frac{\text{Flujo de Caja disponible Servicio Deuda}}{\text{Intereses de la Deuda}} = \frac{\text{FCSD}}{\text{Int}}$$

El valor del RCI debe ser mayor que uno, porque en caso contrario indicaría que la empresa no sería capaz de atender los intereses la deuda. Cuanto mayor sea este ratio mayor será la cobertura de la deuda.

Cálculo del RCI

La fórmula de cálculo del denominador está claramente definida, ya que "Int" de forma unívoca hace referencia al importe correspondiente a los intereses del préstamo.

La fórmula de cálculo del numerador del FCSD es igual a la definida para el cálculo del Ratio de Cobertura del Servicio de la Deuda.

Utilización del RCI en la metodología Project Finance

El RCI se utiliza como un indicador de la viabilidad financiera del proyecto. Si el RCI se sitúa por debajo de 1 durante varios años, es una señal inequívoca de que el proyecto no es capaz de hacer frente ni siquiera al pago de los intereses de la deuda. Ante esta situación aunque se reestructure el calendario de devolución del principal, la situación de *default* del préstamo es prácticamente inevitable. Debiendo asumir los financiadores que se producirá una quita de la deuda.

Generalmente en los contratos de financiación se suele exigir un RCI mínimo alrededor de 2,00 dependiendo del nivel de riesgo del proyecto.

4.3.3.3. RATIO DE COBERTURA DE LA VIDA DE LA DEUDA

Definición del LLCR

El Ratio de Cobertura de la Vida de la Deuda (*Loan Life Coverage Ratio; LLCR*) se define como el cociente entre el VAN del Flujo de Caja disponible para el Servicio de la Deuda desde ese año hasta el último año de vida del préstamo entre el Principal vivo pendiente de pago de la Deuda en ese año. El valor de la expresión es el siguiente:

$$\text{Loan Life Cover Ratio (LLCR)} = \frac{\text{VAN Flujo de Caja disponible Servicio Deuda hasta el final del periodo de la Deuda}}{\text{Principal pendiente de la Deuda}} = \frac{\text{VAN LL (FCSD)}}{D}$$

El LLCR es un ratio financiero que mide la capacidad de la empresa de repagar el principal pendiente de la Deuda sin reestructurar la deuda. El valor de este ratio debe ser mayor que uno, porque en caso contrario indicaría que la empresa no podrá repagar la Deuda. Cuanto mayor sea este ratio mayor será la cobertura de la deuda.

Cálculo del LLCR

La fórmula de cálculo del denominador está claramente definida, ya que “D” de forma unívoca hace referencia al importe pendiente del principal de la Deuda en el momento del cálculo.

Sin embargo la fórmula de cálculo del numerador puede diferir dependiendo de las prácticas definidas por cada entidad financiera. El cálculo del numerador depende de dos variables:

- **La tasa de descuento empleada para el cálculo del Valor Actual Neto.** La tasa de descuento a emplear suele ser definida en los contratos de financiación de dos maneras:
 - La tasa de descuento aplicada es la tasa de interés actual del préstamo en el momento del cálculo del ratio. Esta alternativa se aplica sobre todo a proyectos con

- tasas de interés variables. La ventaja de este método es que el dato de la tasa de interés es fácil de conocer y no precisa para su cálculo de un modelo financiero.
- La tasa de descuento aplicada es la TIR de los Flujos de Caja de la Deuda resultante del modelo financiero. Esta alternativa tiene la ventaja de considerar todos los flujos de caja de la deuda incluido además de los intereses las comisiones de la deuda. Tiene el problema de que hace falta un modelo financiero para su cálculo, y en caso de tasas de interés variables la TIR de los Flujos de Caja de la Deuda que incluye tasas de interés históricas puede diferir de las tasas de interés actuales.
 - **La estimación de los flujos de caja descontados.** La fórmula de cálculo del numerador del FCSD es igual a la definida para el cálculo del Ratio de Cobertura del Servicio de la Deuda. El número de valores del FCSD utilizados va desde el período actual hasta el período en que se termina de pagar la Deuda según el calendario de la deuda previsto.

Utilización del LLCR en la metodología *Project Finance*

El LLCR es un indicador de si los flujos de caja estimados del proyecto son capaces de asegurar el repago del servicio de la deuda dentro del plazo previsto del préstamo. Un LLCR por debajo de 1,00 indica que los flujos de caja del proyecto son insuficientes para atender el servicio de la deuda dentro del plazo previsto del préstamo. Ante esta situación las entidades financiadores han de prever que la sociedad concesionaria seguramente necesitara una refinanciación con un alargamiento del plazo de la deuda para poder ser capaz de devolver el préstamo.

Un LLCR con valores claramente superiores a 1,00 indica que el proyecto tiene capacidad a medio y largo plazo de poder atender por completo el servicio de la deuda.

Generalmente en los contratos de financiación se suele exigir un LLCR mínimo alrededor de 1,30-1,60 dependiendo del nivel de riesgo del proyecto.

4.3.3.4. RATIO DE COBERTURA DE LA VIDA DEL PROYECTO

Definición del PLCR

El Ratio de Cobertura de la Vida del Proyecto (*Project Life Coverage Ratio, PLCR*) se define como el cociente entre el VAN del Flujo de Caja disponible para el Servicio de la Deuda desde ese año hasta el último año de vida del proyecto entre el Principal vivo pendiente de pago de la Deuda en ese año. El valor de la expresión es el siguiente:

$$\text{Project Life Cover Ratio (PLCR)} = \frac{\text{VAN Flujo de Caja disponible Servicio Deuda hasta el final de la vida del proyecto}}{\text{Principal pendiente de la Deuda}} = \frac{\text{VAN PL (FCSD)}}{D}$$

El PLCR es un ratio financiero que mide la capacidad de la empresa de repagar el principal pendiente de la Deuda. El valor de este ratio debe ser mayor que uno, porque en caso contrario indicaría que la empresa no podrá repagar la Deuda. Cuanto mayor sea este ratio mayor será la cobertura de la deuda.

Cálculo del PLCR

La fórmula de cálculo del denominador está claramente definida, ya que “D” de forma unívoca hace referencia al importe pendiente del principal de la Deuda en el momento del cálculo.

Sin embargo la fórmula de cálculo del numerador puede diferir dependiendo de las prácticas definidas por cada entidad financiera. El cálculo del numerador depende de dos variables:

- **La tasa de descuento empleada para el cálculo del Valor Actual Neto.** La tasa de descuento a emplear es la misma que la utilizada en el cálculo del LLCR.
- **La estimación de los flujos de caja descontados.** La fórmula de cálculo del numerador del FCSD es igual a la definida para el cálculo del Ratio de Cobertura del Servicio de la Deuda. El número de valores del FCSD utilizados va desde el período actual hasta el último período en que finaliza el proyecto que suele coincidir con el final del plazo de concesión.

Utilización del PLCR en la metodología Project Finance

El PLCR es un indicador de si los flujos de caja para la deuda previstos son o no suficientes para atender el pago del servicio de la deuda. Si el PLCR es claramente inferior a 1,00 es un indicador de que el proyecto no va a ser capaz de hacer frente al pago del servicio de la deuda. Ante esta situación aunque se reestructure el calendario de devolución del principal, la situación de *default* del préstamo es prácticamente inevitable. Debiendo asumir los financiadores que se producirá una quita de la deuda.

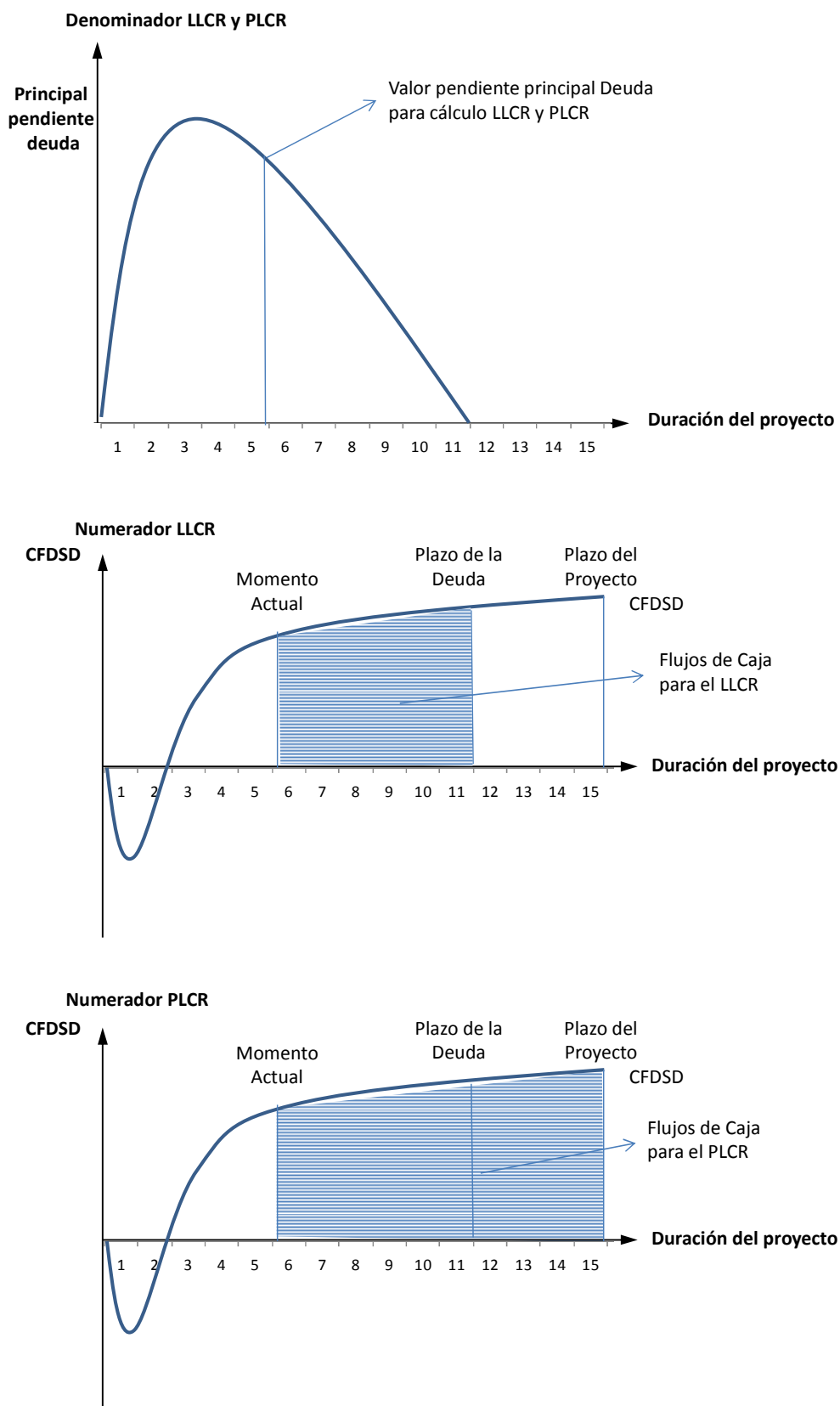
Un PLCR con valores claramente superiores a 1,00 indica que el proyecto tiene capacidad a medio y largo plazo de poder atender por completo el servicio de la deuda.

Por norma general el PLCR debe ser siempre superior o igual al valor del LLCR. Cuanto mayor sea la duración del proyecto (o plazo de concesión) con respecto al plazo de la deuda, mayor será el valor del PLCR con respecto al LLCR.

Generalmente en los contratos de financiación se suele exigir un PLCR mínimo alrededor de 1,60-2,00 dependiendo del nivel de riesgo del proyecto.

En la siguiente figura se representa gráficamente el cálculo del LLCR y del PLCR:

Figura 26. Representación gráfica del cálculo del LLCR y PLCR



Fuente: Adaptación propia

4.4. NIVEL DE APALANCAMIENTO

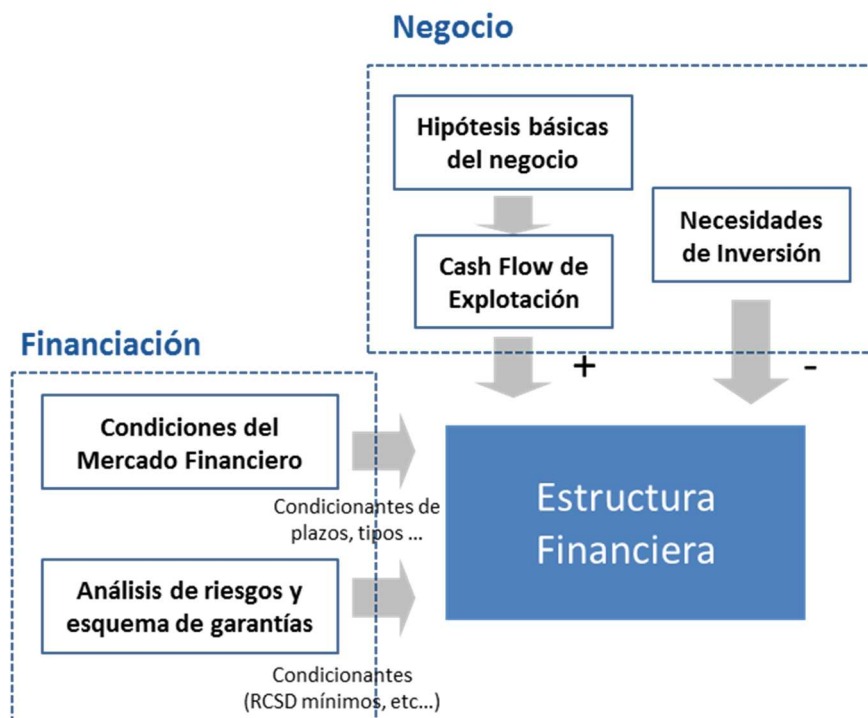
El apalancamiento financiero es el porcentaje de las necesidades financieras cubiertas con recursos ajenos. El apalancamiento financiero (AF) se suele expresar como el cociente de los recursos ajenos (RA) entre la suma de los recursos ajenos (RA) más los recursos propios (RP). El valor de la expresión es el siguiente:

$$\text{Ratio Apalancamiento Financiero (AF)} = \frac{\text{Recursos Ajenos}}{\text{Recursos Propios} + \text{Recursos Ajenos}} = \frac{RA}{RP + RA}$$

Este ratio indica el porcentaje que supone la financiación ajena sobre todas las fuentes de financiación del proyecto. Cuanto mayor sea este ratio mayor será el nivel de apalancamiento de la empresa. De forma general a un mayor nivel de apalancamiento aumenta la rentabilidad de los recursos propios, a la vez que aumenta el riesgo de insolvencia de la compañía.

La fijación del nivel de apalancamiento depende del sector y de las condiciones de financiación del mercado (factores externos) y de las características propias del proyecto (factores intrínsecos). En la siguiente figura se representan los factores que influyen en la determinación del nivel de apalancamiento y por tanto de la estructura financiera de un proyecto:

Figura 27. Determinación del nivel de apalancamiento de un proyecto



Fuente: Vassallo, J.M.. (2007). "Características y Estructuración del Project Finance".

Otras medidas de apalancamiento

Además del Ratio de Apalancamiento financiero que es el más empleado, existen otras medidas o ratios que sirven para medir el nivel de apalancamiento de una empresa. Entre los ratios de apalancamiento más utilizados, están:

- **Ratio Capital Social-Deuda:** Este ratio indica el porcentaje que supone el Capital Social sobre el volumen de Deuda Financiera de la empresa. Cuanto mayor sea este ratio menor será el nivel de apalancamiento de la empresa.

$$\text{Ratio Capital social} - \text{Deuda} = \frac{\text{Capital Social}}{\text{Deuda Financiera}}$$

- **Ratio Deuda-Patrimonio:** Este ratio indica el número de veces que es mayor la Deuda respecto a los Fondos Propios de la empresa y constituye también una medida del riesgo financiero del capital propio. Cuanto mayor sea este ratio, mayor será el nivel de apalancamiento de la empresa.

$$\text{Ratio Deuda} - \text{Patrimonio} = \frac{\text{Deuda Total}}{\text{Fondos Propios}}$$

- **Ratio Deuda-EBITDA:** Este ratio indica el número de años en que el EBITDA generado tardaría en devolver el principal de la Deuda. Cuanto mayor sea el ratio más apalancada estará la empresa.

$$\text{Ratio Deuda} - \text{EBITDA} = \frac{\text{Deuda Financiera}}{\text{EBITDA}}$$

Factores externos que determinan el nivel de apalancamiento

La fijación del nivel de apalancamiento de un determinado proyecto de infraestructuras depende de factores externos como son el nivel de riesgo percibido del sector (no es lo mismo proyectos de líneas eléctricas que autopistas de peaje) y de las condiciones del mercado financiero:

- **Características del sector:** Las características de financiación son distintas según el tipo de sector (aeropuertos, puertos, carreteras,...) e incluso dentro de un mismo sector las condiciones de financiación son distintas según el tipo de contrato (peaje explícito pagado por los usuarios o peaje en sombra pagado por la Administración). Determinados proyectos como son por ejemplo una autopista de peaje explícito o una autopista de peaje en sombra tienen distinto nivel de riesgo percibido. En la autopista de peaje explícito existe un riesgo de demanda mucho mayor que el riesgo de ingresos de una autopista de peaje en sombra. Por eso, las autopistas de peaje explícito tienen normalmente niveles de apalancamiento menores que las autopistas de peaje en sombra.

- **Condiciones del mercado:** Las condiciones del mercado financiero varían a lo largo del tiempo. Proyectos idénticos de infraestructuras se les exige actualmente un ratio de apalancamiento menor que el ratio de apalancamiento que se exigía antes de la crisis financiera. Las razones de ello son fundamentalmente el menor crédito disponible en el mercado tras la crisis financiera, los plazos menores a los que se otorga actualmente la financiación y la mayor aversión al riesgo de las entidades financieras.

Factores intrínsecos al proyecto

Además de esos factores externos (tipo de proyecto y condiciones del mercado financiero) hay otro factor que limita el nivel de apalancamiento de un proyecto. Y ese factor es lógicamente los flujos de caja del proyecto.

El nivel de apalancamiento máximo de un proyecto está limitado lógicamente por la capacidad de los flujos de caja que genera el proyecto de pagar el servicio de la deuda.

El modo de determinar el nivel de apalancamiento máximo de un proyecto en la metodología *Project Finance* es establecer para el caso pesimista un RCSD mínimo para el plazo previsto de la deuda. Si el RCSD resultante según los flujos de caja del proyecto y el plazo de la deuda es inferior al valor mínimo exigido, entonces se reduce el nivel de apalancamiento del proyecto hasta alcanzar el valor mínimo del RCSD requerido.

El problema es que los proyectos de infraestructuras que no aguantan un alto nivel de apalancamiento no suelen ser financieramente viables para atraer inversores privados.

La rentabilidad exigida del capital (K_e) a tener un mayor riesgo debe ser superior al coste de la deuda (K_d). El problema es que a menor nivel de apalancamiento y mayor nivel de recursos propios menor es la rentabilidad de los accionistas con lo que es más probable que la TIR de los accionistas se situé por debajo de la rentabilidad exigida del capital ($TIR_{Acc} < K_e$).

La solución entonces para lograr que el proyecto tenga un menor nivel de apalancamiento y a la vez sea financieramente viable es: bien añadir una tercera fuente de financiación que tenga coste cero mediante el apoyo de las Administraciones Públicas al proyecto (bien asumiendo la Administración parte del coste de la inversión u otorgando al Concesionario una subvención durante la explotación), o bien transformar el riesgo proyecto en riesgo soberano dando la Administración una garantía directa a los financiadores (en este caso si el proyecto no es capaz de asumir el repago de la deuda, la Administración afrontaría directamente el pago de la deuda pendiente).

4.5. OTROS RATIOS RELACIONADOS CON EL NIVEL DE ENDEUDAMIENTO

4.5.1. RATIOS DE SOLVENCIA

Además del cálculo de los ratios de apalancamiento, es también habitual en el análisis del nivel de endeudamiento de una empresa el empleo de diferentes ratios que midan el nivel de solvencia de esa empresa.

Los ratios de solvencia tratan de medir el nivel de capitalización de una empresa y su capacidad financiera de hacer frente a sus obligaciones, tanto en el corto como en el largo plazo. Los ratios de solvencia miden la relación existente entre las inversiones realizadas y el patrimonio y deuda de una empresa. Cuanto mayor sea la solvencia de una empresa, menor será el riesgo para los accionistas y de los prestamistas de la empresa.

Los principales ratios de solvencia más utilizados son:

- **Ratio Capital Social – Inversiones:** Mide el porcentaje de las inversiones que son financiadas por el Capital aportado por los accionistas. Cuanto mayor sea este ratio mayor será el nivel de solvencia de la empresa:

$$\text{Ratio Capital social – Inversiones} = \frac{\text{Capital Social}}{\text{Inversiones}}$$

- **Ratio Capital Social – Recursos Movilizados:** Este ratio indica el porcentaje que supone el Capital Social sobre el total de Fondos Movilizados de la empresa. Cuanto mayor sea este ratio mayor será el nivel de solvencia de la empresa.

$$\text{Ratio Capital social – Fondos Movilizados} = \frac{\text{Capital Social}}{\text{Fondos Movilizados}}$$

- **Ratio Fondos Propios sobre exigible (ratio de autonomía o independencia financiera):** Este ratio indica el porcentaje que suponen los Fondos Propios de la Empresa sobre el Pasivo exigible de la empresa. Cuanto mayor sea este ratio mayor será el nivel de solvencia de la empresa.

$$\text{Ratio Fondos Propios sobre exigible} = \frac{\text{Fondos Propios}}{\text{Pasivo exigible}}$$

4.5.2. RATIOS DE LIQUIDEZ

En el análisis del nivel de endeudamiento de una empresa y de su capacidad de hacer frente al pago del servicio de la deuda, tienen mucha importancia los ratios de liquidez para analizar la capacidad de pago de una empresa a corto plazo.

Los ratios de liquidez miden la capacidad de pago de la empresa para hacer frente a sus deudas a corto plazo. Son una medida del volumen de efectivo que tiene la empresa para cancelar sus

deudas a corto plazo. Cuanto mayor sea la liquidez de una empresa menor será el riesgo de que la empresa no pueda atender sus compromisos a corto plazo.

Los principales ratios de liquidez más utilizados son:

- **Ratio Tesorería sobre Pasivo Corriente:** Este ratio indica el porcentaje que supone la Tesorería sobre el Pasivo Corriente de la empresa. Cuanto mayor sea este ratio mayor será el nivel de liquidez de la empresa.

$$\text{Ratio Tesorería} - \text{Pasivo Corriente} = \frac{\text{Tesorería}}{\text{Pasivo corriente}}$$

- **Ratio Tesorería sobre Gastos Operativos:** Este ratio indica el número de días en que la empresa puede cubrir sus gastos operativos con la Tesorería actual que tiene la empresa. Cuanto mayor sea este ratio mayor será el nivel de liquidez de la empresa.

$$\text{Ratio Tesorería sobre Gastos operativos (días)} = \frac{\text{Tesorería}}{\text{Gastos Operativos}} \times 365$$

- **Ratio Activo Corriente sobre Pasivo Corriente:** Este ratio indica el número de veces que supone el Activo Corriente de la Empresa sobre sus Pasivos Corrientes. Cuanto mayor sea este ratio mayor será el nivel de liquidez de la empresa.

$$\text{Ratio Activo corriente} - \text{Pasivo Corriente} = \frac{\text{Activo corriente}}{\text{Pasivo corriente}}$$

- **Rotación de cuentas a cobrar:** Este ratio indica el número de veces que suponen las ventas de la empresa sobre el volumen de cuentas a cobrar de la empresa. Cuanto mayor sea este ratio mayor será el nivel de liquidez de la empresa.

$$\text{Rotación de cuentas a cobrar} = \frac{\text{Ventas}}{\text{Clientes}}$$

- **Período medio de cobro:** Este ratio indica el número de días en que la empresa tarda de cobrar de sus clientes. Cuanto mayor sea este ratio menor será el nivel de liquidez de la empresa.

$$\text{Período medio de cobro (días)} = \frac{\text{Clientes}}{\text{Ventas}} \times 365$$

- **Período medio de pago:** Este ratio indica el número de días en que la empresa paga a sus proveedores. Cuanto mayor sea este ratio significa que mayor volumen de financiación recibe la empresa de sus proveedores.

$$\text{Período medio de pago (días)} = \frac{\text{Proveedores}}{\text{Gastos Operativos}} \times 365$$

4.6. CALENDARIO DE LA DEUDA

4.6.1. PLAZO DE LA DEUDA

El plazo de la deuda de un proyecto, al igual que en el caso del ratio de apalancamiento, viene también determinado por el sector y las condiciones de financiación del mercado (factores externos) y por las características propias del proyecto (factores intrínsecos).

Entre los factores externos que influyen en el plazo de la deuda, los más importantes son:

- **País que acoge el proyecto:** Los proyectos situados en países con divisas internacionales y sistemas financieros muy desarrollados como es el caso de Estados Unidos, Reino Unido, países de la zona euro o Japón tienen de forma general financiación disponible a plazos más largos que en el caso de países con divisas y sistemas financieros menos desarrollados (Brasil, India, Arabia Saudí,...).
- **Sector en que se desarrolla el proyecto:** Los proyectos de carreteras con activos que tienen una larga vida útil tienen la posibilidad de obtener financiación a mayores plazos que los proyectos de transporte urbano (como líneas de autobuses) cuyos activos tienen una menor vida útil.
- **Condiciones del mercado:** Las condiciones del mercado financiero varían a lo largo del tiempo. Actualmente el plazo de financiación para los proyectos de infraestructuras es de forma general sensiblemente menor que antes de la crisis financiera.

Los factores intrínsecos más relevantes que determinan el plazo de la deuda, son:

- **Nivel de riesgo percibido del proyecto:** Los proyectos con menor nivel de riesgo como son aquellos cuyo ingreso depende directamente de la Administración tienen generalmente unos plazos de deuda mayores que aquellos proyectos con un alto nivel de riesgo de demanda.
- **Duración de proyecto:** A mayor duración del proyecto, mayor puede ser la duración de la deuda. El plazo de la deuda nunca será superior al plazo de duración del proyecto.

4.6.2. PERIODO DE CARENCIA

En los préstamos *Project Finance* es muy habitual que en el Contrato de Financiación se pacte un periodo inicial de carencia, también llamado tiempo de gracia (*grace period*), con el que se pretende conceder al prestatario un plazo para que la inversión que ha financiado con dicho préstamo comience a generar ingresos con los que poder hacer frente a la amortización del mismo.

El periodo de carencia dependiendo de si solo es de capital o también de intereses, puede ser de dos tipos:

- **Carencia del capital.** El prestatario no realiza devoluciones del principal, aunque sigue haciendo frente al pago de los intereses de la deuda.
- **Carencia total.** El prestatario no realiza ningún pago de principal o interés durante ese periodo. En este caso los intereses se capitalizan, añadiéndose al principal de la deuda.

Los préstamos de financiación de infraestructuras suelen incluir periodos de carencia, que pueden ser:

- **Período de carencia de principal:** En casi todos los proyectos de infraestructuras que se financian mediante la modalidad *Project Finance* los préstamos tienen un período de carencia de devolución del principal de la deuda. Este plazo de carencia suele incluir al menos el período de construcción de la infraestructura, y a menudo el período de carencia incluye también el primer año de operación.
- **Período de carencia de intereses:** En ocasiones los préstamos *Project Finance* suelen incluir también un período de carencia de intereses durante el período de construcción, capitalizándose en ese caso los intereses. Aunque es también muy frecuente que no haya ningún período de carencia de intereses, y que el prestatario pague a las entidades financieras esos intereses mediante una línea de crédito otorgada por la propia entidad financiera para el pago de los intereses durante la construcción.

En algunos proyectos, las entidades financieras no están dispuestas a asumir el riesgo de construcción y otorgan a los Sponsor una financiación puente con recurso a la matriz. Esta financiación puente suele tener carencia de principal e intereses y al final del período de construcción se cancela el importe pendiente del préstamo puente con los intereses capitalizados a cuenta del préstamo definitivo a largo plazo otorgado a la sociedad concesionaria bajo la modalidad *Project Finance*.

Los préstamos subordinados de accionistas suelen tener carencia de principal e intereses durante el período de construcción y frecuentemente también en los primeros años de operación. Además los contratos de financiación con las entidades financieras suelen incluir cláusulas que limitan el pago de remuneraciones a los accionistas incluidos las devoluciones y pagos de intereses de los préstamos subordinados.

4.6.3. SERVICIO ANUAL DE LA DEUDA

Definición del Servicio de la Deuda

La definición de las partidas incluidas en el Servicio de la Deuda (SD) es muy relevante en los contratos de financiación, ya que incide de forma directa el cálculo de los ratios financieros (RCSD, RCI, LLCR, PLCR) cuyos valores tienen implicaciones en el cumplimiento de los covenants del préstamo, con lo que una u otra definición del Servicio de la Deuda puede implicar una situación de insolvencia (*event of default*) en caso de que los ratios se sitúen por debajo de determinados valores, o un valor diferente del *Spread* (en caso de que el *Spread* se fije según valores del RCSD).

La definición del Servicio de la Deuda afecta también al importe del depósito que ha de dotar la sociedad concesionaria en la entidad financiera para cubrir la Cuenta de Reserva del Servicio de la Deuda (CRSD).

En los contratos de financiación se suele establecer que hasta después del período de construcción (y frecuentemente también hasta después del primer año de operación) no entran en vigor los *covenants* de los ratios financieros ni se comienza a dotar la CRSD. Con lo que, la definición del Servicio de la Deuda tiene relevancia contractual durante el período de operación.

Cálculo del Servicio de la Deuda

El servicio anual de la Deuda Senior tiene dos componentes principales:

- **Devolución del principal:** Incluye el pago previsto del principal en el próximo período. Tras la crisis financiera de 2007 es frecuente que los contratos de financiación incluyan cláusulas *cash sweep* (barridos de caja) que implican prepagos de la deuda adicionales al calendario de devolución previsto de la deuda. A efectos de la definición del Servicio de la Deuda para el cálculo de ratios financieros y la dotación de la CRSD, la devolución del principal a incluir en el Servicio de la Deuda es únicamente la devolución del principal prevista (*scheduled repayment*) en el contrato de financiación sin incluir prepagos.
- **Intereses y Comisiones:** Los intereses y las comisiones son el otro componente del Servicio de la Deuda.
 - **Intereses:** Los intereses a pagar según el principal de la deuda siempre se incluyen en el cálculo de los ratios financieros y de la dotación de la CRSD.
 - **Comisiones:** A efectos del cálculo de ratios financieros y de la dotación de la CRSD las únicas comisiones que se suelen incluir en el Servicio de la Deuda son aquellas que tienen una periodicidad anual durante el período de operación como es por ejemplo la comisión anual de agencia. Las comisiones que se pagan al inicio de la financiación (como la comisión de apertura) o durante el período de construcción (como la comisión de disponibilidad) no se suelen incluir para estos efectos en el cálculo del Servicio de la Deuda.

Cuenta de Reserva del Servicio de la Deuda (CRSD)

La Cuenta de Reserva del Servicio de la Deuda se ha de dotar conforme al plazo previsto en el contrato de financiación y según el Servicio de la Deuda previsto.

Habitualmente los contratos de financiación establecen que la Cuenta de Reserva del Servicio de la Deuda se ha de dotar para cubrir el pago del Servicio de la Deuda de los próximos seis meses (aproximadamente el 50% del servicio de la deuda anual).

Este importe incluye la devolución del principal previsto de la deuda en los próximos seis meses (sin incluir prepagos) y el pago de los intereses según el principal de la deuda previsto (sin incluir los posibles ahorros de intereses derivados de prepagos de la deuda que se prevén hacer) y las comisiones periódicas (como la comisión anual de agencia).

En el cálculo de los intereses la tasa de interés a aplicar para el cálculo de los intereses habitualmente es para la parte correspondiente al tipo de interés fijo *Swap* los intereses definidos según el contrato de la permuta financiera, y para los intereses variables según la tasa de referencia (ejemplo, Euribor o Libor) se suele emplear la tasa de interés del último pago o la tasa vigente en el momento del cálculo de la dotación de la CRSD.

4.6.4. COLA DE LA DEUDA O DEL PROYECTO

La cola de la deuda o del proyecto (*tail period*) es el período comprendido entre la duración de la deuda y la duración del proyecto (en el caso de una concesión, sería el final del período de concesión). Así por ejemplo, si un proyecto de una autopista tiene un plazo de concesión de 40 años y el plazo de la deuda senior es de 30 años, el período de cola sería de 10 años.

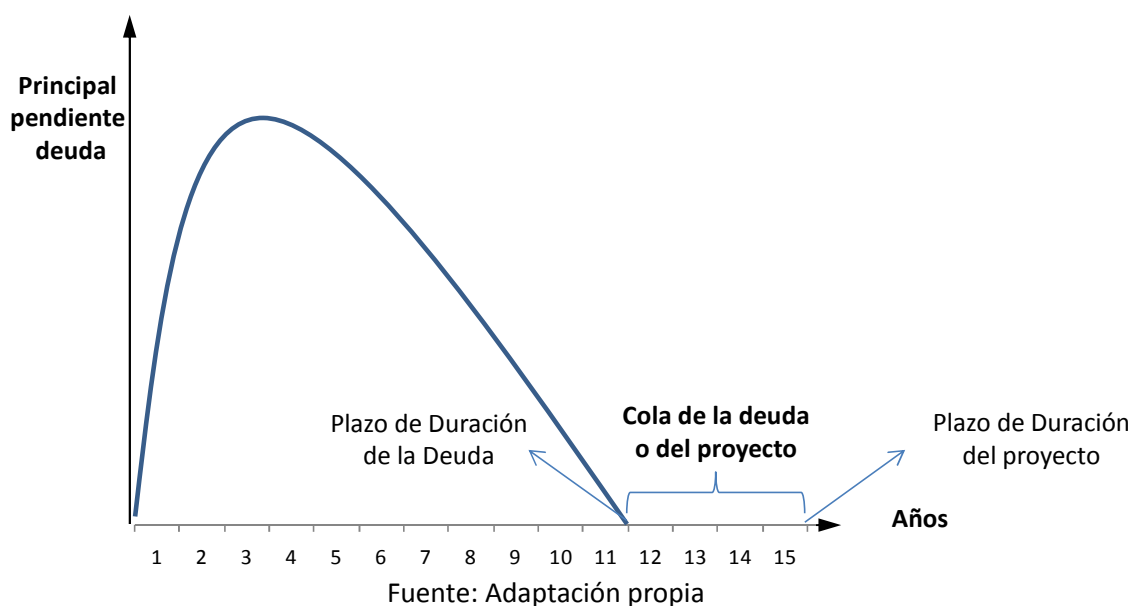
La cola del proyecto limita, junto con las condiciones del mercado financiero y el sector al que pertenece el proyecto, el plazo máximo de la deuda. Las entidades financieras siempre exigirán que existan al menos varios años de cola del proyecto, con lo que la duración de la deuda será menor para aquellos proyectos que tengan un plazo de concesión menor.

Un proyecto de infraestructuras con una cola del proyecto considerable implica un menor riesgo crediticio para los prestamistas, ya que existe margen para refinanciar la deuda en caso de que los flujos de caja del proyecto fuesen peores que los estimados en el Caso Base.

Tras la crisis crediticia, algunos proyectos financiados mediante estructuras *Mini-Perm* con plazos de vencimiento cortos dan como resultado colas de proyecto distorsionadas. Por ello, para analizar la cola de un proyecto hay que considerar el plazo total de la deuda, incluido refinanciaciones, que el proyecto prevé necesitar según los flujos de caja del Caso Base.

En la siguiente figura se representa gráficamente el período de cola de un proyecto:

Figura 28. Cola de la deuda o de proyecto



4.7. REVISIÓN LITERATURA FINANCIACIÓN ESTRUCTURADA

En la siguiente tabla se muestra una revisión de la literatura reciente junto con otros trabajos relevantes, que analizan diversos aspectos de los préstamos Project Finance o Financiación Estructurada como: documentos contractuales de un Project Finance (Mensah, J.K., 2015), riesgos asociados al Project Finance (Tinsley, R., 2014), financiación de infraestructuras mediante Project Finance (Esty, B.C., 2014; Yescombe, E.R., 2013; y Kayser, D., 2013), estructuración de un Project Finance (Gatti, S., 2013; Esty, B.C., 2003; y Winsen, J.K., 2009), factores que determinan el spread de un Project Finance (Buscaino, V., Caselli, S., Corielli, F., y Gatti, S., 2012; Girardone, C., y Snaith, S., 2011; Vink, D. y Thibault, A.E., 2007; y Sorge, M., y Gadanecz, B., 2004), los contratos no financieros vinculados a un Project Finance (Corielli, F., Gatti, S., y Steffanoni, A., 2010), estudio de viabilidad de un Project Finance (Merna, A., Chu, Y. y Al-Thani, F., 2010; y Khan, M.F.K., y Parra, R.J., 2003), incentivos de la dirección (Pretorius, F., Lejot, P., McInnis, A., Arner, D., y Hsu, B.F., 2008; y An, Y. y Cheung, K., 2009), financiación de grandes proyectos (Finnerty, J.D., 2007), los instrumentos financieros relacionados con la Financiación Estructurada (Fabozzi, F.J., Davis, H.A., y Choudhry, M., 2006), y rol de Multilaterales en Project Finance (Nevitt, P., 2000).

Tabla 15. Revisión Literatura Financiación Estructurada

Autores	Contenido de los Estudios
Mensah, J.K. (2015) "Contractual Framework of Project Finance"	<p>Objetivos y Metodología: El estudio analiza los marcos operacionales y legales que definen las responsabilidades específicas de las partes (prestamistas y representantes de la sociedad proyecto) en un préstamo Project Finance. El estudio se centra en examinar los documentos contractuales de un Project Finance.</p> <p>Resultados y Aportaciones: El estudio concluye que para concluir con éxito un préstamo Project Finance requiere un efectivo marco legal y operacional. Para ello se requiere la inclusión de cláusulas contractuales que protejan a los prestamistas tales como garantías, <i>covenants</i> financieros o cuentas de reserva.</p>
Tinsley, R. (2014) "Advanced Project Finance: Structuring Risks (2nd edition)"	<p>Objetivos y Metodología: El estudio define y organiza los diferentes riesgos asociados a los proyectos financiados con Project Finance como son riesgos de construcción y diseño, riesgos operativos, riesgos ambientales, riesgos políticos y regulatorios o riesgos financieros. El estudio incluye 189 casos prácticos de transacciones de Project Finance.</p> <p>Resultados y Aportaciones: El estudio proporciona una visión completa sobre la gestión de riesgos de proyectos relacionados con el Project Finance, y muestra las diferentes etapas de un proyecto (asesores financieros, <i>due diligence</i>, modelización financiera, evaluación de riesgos, contratos asociados) hasta completar la fase de financiación del proyecto.</p>

<p>Esty, B.C. (2014) “An Overview of Project Finance and Infrastructure Finance”</p>	<p>Objetivos y Metodología: El estudio se centra en la financiación de infraestructuras mediante la técnica de Project Finance. Realiza una revisión estadística de los proyectos de infraestructuras financiados mediante <i>Project Finance</i> entre los años 2009 y 2013.</p> <p>Resultados y Aportaciones: El estudio analiza la evolución de la financiación de proyectos de infraestructuras por el sector privado, evaluando las tendencias actuales y futuras en <i>Project Finance</i> y las razones del crecimiento de este tipo de créditos a pesar de la crisis financiera.</p>
<p>Yescombe, E.R. (2013) “Principles of Project Finance (2nd edition)”</p>	<p>Objetivos y Metodología: El estudio analiza los aspectos principales del <i>Project Finance</i> como las fuentes de financiación, los contratos asociados, la evaluación de riesgos, el rol del sector público en los PPP, o el modo en que los prestamistas y promotores evalúan los riesgos y la rentabilidad del proyecto.</p> <p>Resultados y Aportaciones: El estudio proporciona una visión completa sobre la financiación de proyectos mediante la fórmula del <i>Project Finance</i>.</p>
<p>Kayser, D. (2013) “Recent research in project finance - a commented bibliography”</p>	<p>Objetivos y Metodología: El estudio revisa la investigación reciente sobre <i>Project Finance</i> realizada entre los años 2009 y 2013. Se centra en cuatro áreas: (1) Contratos y marco legal del <i>Project Finance</i>, (2) Medición del Riesgo del Proyecto y métodos de selección de proyectos, (3) Globalización de proyectos y cooperación del sector público, y (4) Proyectos conforme al protocolo de Kyoto y proyectos de energía renovable.</p> <p>Resultados y Aportaciones: El estudio observa que debido a la dificultad en la obtención de datos, los estudios empíricos son escasos. Propone como futuras líneas de investigación realizar estudios comparativos respecto al entorno y los riesgos económico, legal y político.</p>
<p>Gatti, S. (2013) “Project Finance in Theory and Practice”</p>	<p>Objetivos y Metodología: El objetivo del estudio es proporcionar una visión completa de cómo realizar la estructuración de un <i>Project Finance</i> y las alternativas de financiación. El estudio relaciona el <i>Project Finance</i> con los préstamos sindicados, de los que una parte importante están destinándose a PPP. El estudio presenta diferentes casos reales de financiación de proyectos.</p> <p>Resultados y Aportaciones: El estudio trata de forma amplia todos los aspectos relacionados con el <i>Project Finance</i> incluyendo el análisis y la gestión de riesgos, el rol de los consultores externos en la <i>due diligence</i> del proyecto, el análisis de la financiabilidad del proyecto, la estructuración de la deuda y los diferentes instrumentos financieros disponibles.</p>
<p>Buscaino, V., Caselli, S., Corielli, F., & Gatti, S. (2012) “Project Finance Collateralised Debt Obligations: an</p>	<p>Objetivos y Metodología: El estudio analiza los factores que determinan el nivel de <i>spread</i> de los préstamos <i>Project Finance</i>, como son el <i>rating</i> crediticio, la liquidez, la duración media o el activo subyacente.</p> <p>Resultados y Aportaciones: El estudio concluye que la variable más determinante del <i>Spread</i> es el <i>rating</i> crediticio. Otros</p>

Empirical Analysis of Spread Determinants"	factores relevantes en el caso de los <i>Collateralized Debt Obligations</i> (CDOs) son la liquidez y la duración. La naturaleza de los activos subyacentes tiene un impacto en el precio de los CDO. El <i>Spread</i> en el mercado primario es mayor cuando el activo subyacente tiene mayor riesgo de mercado en comparación con los activos subyacentes con menor riesgo de mercado.
Girardone, C., & Snaith, S. (2011) "Project finance loan spreads and disaggregated political risk"	<p>Objetivos y Metodología: El estudio evalúa la formación de los precios de los préstamos <i>Project Finance</i> en base a riesgos económicos y políticos. Para ello desagrega el riesgo político y evalúa si es determinante en la formación de los precios de los préstamos.</p> <p>Resultados y Aportaciones: El estudio concluye que la inclusión de garantías y niveles inferiores de riesgo político agregado disminuye los tipos de interés de los préstamos <i>Project Finance</i>. El estudio observa que el riesgo político agregado en la formación de los precios de los préstamos afecta principalmente a los países en desarrollo. De modo que los <i>Spreads</i> de los préstamos están negativamente relacionados a la eficiencia, calidad y fortaleza de los sistemas legales e institucionales de un país.</p>
Corielli, F., Gatti, S., & Steffanoni, A. (2010) "Risk Shifting through Nonfinancial Contracts: Effects on Loan Spreads and Capital Structure of Project Finance Deals"	<p>Objetivos y Metodología: El estudio se centra en analizar los diferentes contratos de carácter no financiero vinculados a un <i>Project Finance</i>. El estudio utiliza una muestra de más de 1.000 proyectos financiados con préstamos <i>Project Finance</i> por un valor de 195.000 millones USD cerrados entre 1998 y 2003. El estudio analiza la negociación del paquete financiero entre los patrocinadores y los prestamistas y su coste. Utiliza una metodología de mínimos cuadrados en dos etapas para modelar la determinación conjunta del <i>Spread</i> y del Ratio de apalancamiento.</p> <p>Resultados y Aportaciones: El estudio concluye que en un <i>Project Finance</i>: (1) los prestamistas confían en la red de contratos entorno al <i>Project Finance</i> como un mecanismo para controlar costes de agencia y riesgos de proyecto, (2) los prestamistas están poco dispuestos a abaratar el coste del crédito si los patrocinadores están implicados como contrapartes en los contratos relevantes del proyecto; y finalmente (3) no tienen en cuenta la participación de los patrocinadores como una contraparte contractual cuando deciden el nivel de apalancamiento. Finalmente, los patrocinadores afrontan un <i>trade-off</i> entre apalancamiento financiero más alto y tasas de interés inferiores durante la negociación con los prestamistas.</p>
Merna, A., Chu, Y. & Al-Thani, F. (2010) "Project Finance in Construction"	<p>Objetivos y Metodología: El estudio se centra en examinar el proceso de evaluación que determina la viabilidad comercial de un proyecto para la obtención de financiación.</p> <p>Resultados y Aportaciones: El estudio observa que los prestamistas en sus decisiones de financiación se centran en analizar los flujos de caja de un Proyecto y la probabilidad de impago. El uso de los ratios de cobertura proporciona a los</p>

	prestamistas un método para determinar el margen de que un proyecto pueda no dar los resultados previstos antes de producirse una situación de impago.
An, Y., & Cheung, K. (2009) "Project financing: Deal or no deal"	<p>Objetivos y Metodología: El estudio se centra en analizar la financiación de proyectos desde la perspectiva de los incentivos de la dirección, y cómo impacta los esfuerzos de los responsables de la dirección en el tipo de financiación.</p> <p>Resultados y Aportaciones: El estudio propone un modelo que tiene en cuenta las condiciones en las que una empresa decide emplear el <i>Project Finance</i> en vez de financiación interna, desde el punto de vista de los incentivos de la dirección. El estudio concluye que las empresas tienden a escoger <i>Corporate Finance</i> cuando los esfuerzos del equipo directivo tienen un impacto relevante en la probabilidad de obtener resultados positivos.</p>
Winsen, J.K. (2009) "An overview of project finance binomial loan valuation"	<p>Objetivos y Metodología: El estudio aboga por el uso de modelos estructurales de riesgo de crédito basados en Merton para la estructuración financiera de proyectos. Estos modelos requieren un nivel de conocimientos matemáticos que normalmente no es comprendido por los analistas que llevan a cabo el análisis de Project Finance.</p> <p>Resultados y Aportaciones: El estudio presenta un modelo binomial de tiempo discreto como aproximación a los modelos estructurales de riesgo de crédito, lo que proporciona a los analistas financieros una herramienta más accesible para evaluar las estructuras de los préstamos proyectos.</p>
Pretorius, F., Lejot, P., McInnis, A., Arner, D., & Hsu, B.F. (2008) "Project Finance for Construction and Infrastructure: Principles and Case Studies"	<p>Objetivos y Metodología: El estudio introduce una metodología analítica aplicada al marco institucional relacionada con los diferentes acuerdos en torno a la financiación de proyectos. Este marco institucional se muestra con diferentes proyectos reales en Hong Kong, Tailandia, India, Europa y Azerbaijan.</p> <p>Resultados y Aportaciones: El estudio observa que el <i>Project Finance</i> implica mayores costes de transacción que la financiación tradicional, debido a los costes de estructurar la deuda a medida del proyecto y los costes de supervisión. Por eso el <i>Project Finance</i> tiende a usarse en grandes proyectos cuyo tamaño permita que los beneficios del proyecto compensen los mayores costes de la transacción.</p>
Finnerty, J.D. (2007) "Project Financing. Asset-Based Financial Engineering"	<p>Objetivos y Metodología: El estudio analiza las características especiales de los grandes proyectos y el rol de las entidades financieras en la financiación de esos proyectos. El estudio identifica los diversos riesgos de los grandes proyectos y a que agentes se asignan esos riesgos mediante los diferentes contratos e instrumentos financieros. El estudio analiza los diversos aspectos financieros relacionados con los proyectos (plan de financiación, análisis flujos de caja,...) y muestra ejemplos reales de grandes proyectos financiados mediante <i>Project Finance</i>.</p> <p>Resultados y Aportaciones: El estudio concluye que las técnicas de <i>Project Finance</i> permite asignar los riesgos y rentabilidades</p>

	<p>más eficientemente que la financiación convencional. Y que como resultado de las garantías implícitas de los gobiernos, el <i>Project Finance</i> permite un nivel de apalancamiento mayor que el que podrían obtener los promotores del proyecto si empleasen fuentes de financiación internas.</p>
<p>Vink, D. & Thibeault, A.E. (2007) “An empirical analysis of asset-backed securitization”</p>	<p>Objetivos y Metodología: El estudio analiza pruebas empíricas que demuestren una relación entre la naturaleza del activo y el <i>spread</i> del mercado primario. El estudio desarrolla un modelo para analizar qué características afectan al <i>spread</i> de los bonos de titulización (<i>asset-backed securities</i>).</p>
	<p>Resultados y Aportaciones: El estudio contrasta que las características de la tasa de impago (<i>default</i>) y la tasa de recuperación (<i>recovery risk</i>) son las dos características más relevantes que explican el <i>spread</i> del préstamo. Sin embargo el <i>rating</i> crediticio no tiene suficiente evidencia estadística para determinar los <i>spread</i>. También observa que la naturaleza del activo tiene un impacto sustancial en el <i>spread</i>.</p>
<p>Fabozzi, F.J., Davis, H.A., & Choudhry, M. (2006) “Introduction to Structure Finance”</p>	<p>Objetivos y Metodología: El objetivo del estudio es proveer una visión completa sobre la financiación estructurada, que incluye la titulización de activos, derivados de crédito e intereses (<i>Swaps</i> de intereses, CDOs, CDS,...), <i>Project Finance</i> o <i>Leasings</i>.</p>
	<p>Resultados y Aportaciones: El estudio examina en detalle todos los instrumentos financieros relacionados con la Financiación Estructurada, con lo que proporciona una visión global de los mercados financieros y de los diferentes agentes (entidades financieras, promotores de proyectos, inversores,...).</p>
<p>Sorge, M., & Gadanez, B. (2004) “The term structure of credit spreads in project finance”</p>	<p>Objetivos y Metodología: El estudio analiza el carácter específico del riesgo de crédito en <i>Project Finance</i> por medio de un análisis comparativo econométrico de los <i>spreads</i> ex-ante de un gran número de préstamos y bonos internacionales entre 1993 y 2001 tanto para países industrializados como emergentes.</p>
	<p>Resultados y Aportaciones: El estudio comprueba que la estructura temporal de los <i>spreads</i> de créditos de los préstamos <i>Project Finance</i> es diferente de otros préstamos y bonos. Mientras que en el caso de los bonos la estructura temporal de los <i>spreads</i> se puede aproximar mediante una función lineal positiva en función de la madurez, en el caso de los préstamos <i>Project Finance</i> la estructura temporal de los <i>spreads</i> sigue una U-inversa (<i>hump shaped</i>). Lo que puede deberse al menor riesgo percibido en el mercado en el largo plazo en los préstamos <i>Project Finance</i>.</p>
<p>Esty, B.C. (2003) “Modern Project Finance: A Casebook”</p>	<p>Objetivos y Metodología: El estudio está dividido en cuatro partes: estructuración de proyectos, valoración de proyectos, gestión de riesgo de proyectos y financiación de proyectos. El estudio aporta numerosos casos reales de financiación de proyectos de 15 países diferentes y distintos sectores.</p>

	<p>Resultados y Aportaciones: El estudio proporciona una visión del <i>Project Finance</i> de forma integrada con otras disciplinas tales como estrategia, ingeniería u operaciones. El <i>Project Finance</i> requiere la interconexión de diferentes áreas con el fin de lograr una gestión integral de los proyectos.</p>
<p>Khan, M.F.K., & Parra, R.J. (2003) "Financing Large Projects: Using Project Finance Techniques and Practices"</p>	<p>Objetivos y Metodología: El estudio analiza diversos aspectos relacionados con la viabilidad a largo plazo de proyectos de infraestructuras que son financiados mediante <i>Project Finance</i>.</p>
	<p>Resultados y Aportaciones: El estudio trata diferentes temas generalmente no tratados en la literatura de <i>Project Finance</i> como relacionar los sectores económicos regulados con la evaluación de viabilidad de proyectos, el efecto de las entidades reguladores independientes o relacionar la viabilidad a largo plazo de un proyecto con el entorno en el que opera.</p>
<p>Nevitt, P. (2000) "Project Financing"</p>	<p>Objetivos y Metodología: El estudio muestra los aspectos principales para completar exitosamente un <i>Project Finance</i> como la elección de los asesores financieros y bancos, tipos y fuentes de capital y deuda, tipos de riesgo, <i>ExImport financing</i>, riesgo político, garantías, y gestión del riesgo financiero con derivados. Incluye numerosos ejemplos reales como el Eurotunnel.</p>
	<p>Resultados y Aportaciones: El estudio detalla cómo realizar un <i>Project Finance</i> incluyendo la incorporación al proyecto de garantías del Gobierno y de Multilaterales, la asignación de riesgos, la estructuración de la deuda y la financiación en los mercados de capitales.</p>

Fuente: Elaboración propia

5. ESTIMACIÓN NIVEL DE RENTABILIDAD

5.1. INTRODUCCIÓN

La rentabilidad y el coste del capital y sus componentes (especialmente el “equity”) son de una importancia primordial para la economía financiera. Medidas exactas del retorno de capital y de su coste son necesarias para que los directores financieros e inversores realicen decisiones óptimas de inversión y financiación (Kryzanowski, L., y Mohsni, S., 2010). Tan relevante es estimar la tasa de retorno del capital como el coste del capital. Existen diversos modos para estimar el coste de capital como son el enfoque de *Security market line (SML)* basado en el CAPM o el modelo de crecimiento de dividendos (Brooks, R.M., 2013).

Igualmente importante para la Administraciones Públicas que han de tomar la decisión sobre que proyectos de infraestructuras desarrollar es la rentabilidad económica-social de los proyectos (Dobbs, R. et al, 2003; Trimbath, S., 2011; y Iacono, M. y Levinson, D., 2013). Recientes estudios como el realizado por Calderón, C., et al. (2015) señalan que la elasticidad a largo plazo del output con respecto a las infraestructuras es entre 0,07 y 0,10.

Uno de los retos principales en la evaluación de la rentabilidad de las infraestructuras tanto económica (Canning, D. y Bennathan, E., 2004) como financiera (Driessen et al, 2009; JP Morgan, 2014; y Blanc-Brude, F., 2013), es la dificultad en la obtención de datos fiables y representativos. En lo relativo a las inversiones en infraestructuras existen pocos datos disponibles sobre la inversión privada que permita a los inversores tener las herramientas cuantitativas necesarias para analizar activos y comparar el desempeño de diferentes inversiones, particularmente durante la crisis financiera de 2008 y 2009 (Bahçeci, S., y Weisdorf, M., 2014). El desarrollo de un *benchmark* de inversiones en infraestructuras que sea útil para la toma de decisiones de inversores y prestamistas, se encuentra con la dificultad de que muchas inversiones en infraestructuras son valores no cotizados e ilíquidos, de los que se dispone poca información (Blanc-Brude, F., 2014).

Sobre las preferencias de financiación Sawant, R.J. (2009) analiza el marco teórico de por qué las empresas prefieren invertir en infraestructuras a través de la modalidad de *Project Finance* en vez de *Corporate Finance*.

En este capítulo se detallan los métodos empleados en proyectos de Infraestructuras para la estimación del nivel de rentabilidad del proyecto y de los accionistas (JP Morgan, 2011; Grzegorz, M., 2012; y Leviäkangas, P., 2007), teniendo en cuenta las características específicas de las inversiones en infraestructuras (Dechant, T., y Finkenzeller, K., 2012). Se define los diferentes flujos de caja asociados al proyecto y accionistas, como son: flujos de caja libre, flujos de caja del proyecto antes y después de impuestos, flujos de caja disponibles para los accionistas y flujos de caja distribuidos a los accionistas.

5.2. RENTABILIDAD DEL PROYECTO

5.2.1. INTRODUCCIÓN

Construcción de modelos financieros

El primer paso para estimar la rentabilidad de un proyecto de infraestructuras mediante la técnica del descuento de flujos de caja es la construcción de un modelo financiero.

Estudios como el realizado por Haskell, C.T. (2005), muestran como desarrollar un modelo financiero de un proyecto de infraestructuras en base a ejemplos reales y como emplear el modelo financiero en la fase de negociación con los prestamistas para un *Project Finance*. Asimismo, Lynch, P. (2011) explica la construcción siguiendo las prácticas actuales de un modelo financiero incluyendo una parte novedosa sobre optimización con el fin de optimizar ingresos y fuentes de financiación para cumplir con ratios de cobertura o requerimientos de rentabilidad, bajo ciertas condiciones como minimizar el VAN de los ingresos (lo que es útil en situaciones de licitaciones competitivas de proyectos); y McPherson, S.L. (2012), muestra la interacción de la construcción de un modelo financiero con diferentes disciplinas (mercados financieros, legal, contractual, ingeniería, ...). Kienitz, J., y Wetterau, D. (2012) muestra el uso de técnicas cuantitativas aplicadas a problemas financieros mediante el uso de Matlab.

5.2.2. FLUJOS DE CAJA LIBRE

El Flujo de Caja Libre muestra el efectivo generado/consumido por el proyecto, sin considerar la Estructura Financiera con que se financia (esto es, fondos propios y deuda). El Flujo de Caja Libre se calcula a partir del EBITDA (o del Beneficio Neto antes de intereses e impuestos sumándole las amortizaciones) restándole las inversiones en activos fijos y circulante y los impuestos.

Tabla 16. Flujo de Caja Libre

Flujo de Caja Libre
EBITDA
(-) Inversión en activos fijos (CAPEX)
(+/-) Variación en capital circulante
(-) Impuestos
Flujo de Caja Libre

Fuente: Adaptación propia

La diferencia entre el Flujo de Caja Libre y el Flujo de Caja del Proyecto antes de Impuestos es que el Flujo de Caja Libre no incluye los ingresos financieros producidos por los depósitos.

Otras definiciones del Flujo de Caja Libre no incluyen el ahorro fiscal de los intereses (escudo fiscal) empleando para ello como estimación del pago de impuestos la cifra del EBIT por la tasa impositiva.

Tabla 17. Flujo de Caja Libre teórico sin escudo fiscal intereses

Flujo de Caja Libre Teórico
EBIT
(+) Amortizaciones
(-) Inversión en activos fijos (CAPEX)
(+/-) Variación en capital circulante
(-) EBIT x Tasa Impositiva
Flujo de Caja Libre Teórico

Fuente: Adaptación propia

Una vez estimados el flujo de caja libre, se estima el VAN y el TIR. La tasa de descuento utilizada para calcular el VAN del Flujo de Caja Libre es el Coste Medio Ponderado del Capital o WACC después de impuestos (Ruback, R.S., 2000; Fernández, P, 2013). A partir del valor de la rentabilidad exigida de los accionistas (K_e) y el coste de la deuda (K_d), del nivel de Capital (E) y Deuda (D) y la tasa de impuestos de sociedades (T) se determina el WACC después de impuestos (WACC AT).

$$WACC_{AT} = K_e * E/(E+D) + K_d * (1-T) * D/(E+D)$$

5.2.3. FLUJOS DE CAJA DEL PROYECTO ANTES DE IMPUESTOS

El Flujo de Caja del Proyecto antes de Impuestos (FCAI) se estima a partir del EBITDA añadiéndoles los Ingresos Financieros y restándole la Inversión en Activos Fijos y la Variación en Capital Circulante. En la siguiente tabla se muestran las partidas que constituyen los Flujos de Caja del Proyecto antes de Impuestos:

Tabla 18. Flujos de Caja del Proyecto antes de Impuestos

Flujos de Caja del Proyecto antes de Impuestos
EBITDA
(+) Ingresos financieros
(-) Inversión en activos fijos (CAPEX)
(+/-) Variación en capital circulante
Flujo de Caja del Proyecto antes de Impuestos

Fuente: Adaptación propia

Una vez estimados los flujos de caja del proyecto antes de impuestos, se estima el VAN y el TIR. La tasa de descuento utilizada para calcular el VAN es el Coste Medio Ponderado del Capital o WACC antes de impuestos. A partir del valor de la rentabilidad exigida de los accionistas (K_e) y el coste de la deuda (K_d), y del nivel de Capital (E) y Deuda (D) se determina el WACC antes de impuestos (WACC BT).

$$WACC_{BT} = K_e * E/(E+D) + K_d * D/(E+D)$$

5.2.4. FLUJOS DE CAJA DEL PROYECTO DESPUÉS DE IMPUESTOS

El Flujo de Caja del Proyecto después de Impuestos (FCDI) se estima restando al Flujo de Caja antes de Impuestos (FCAI) el pago de los Impuestos. En la siguiente tabla se muestran las partidas que constituyen los Flujos de Caja del Proyecto después de Impuestos:

Tabla 19. Flujos de Caja del Proyecto después de Impuestos

Flujos de Caja del Proyecto después de Impuestos
EBITDA
(+) Ingresos financieros
(-) Inversión en activos fijos (CAPEX)
(+/-) Variación en capital circulante
Flujo de Caja del Proyecto antes de Impuestos
(-) Pago de Impuestos
Flujo de Caja del Proyecto después de Impuestos

Fuente: Adaptación propia

Una vez estimados los flujos de caja del proyecto después de impuestos, se estima el VAN y el TIR. La tasa descuento que se emplea para descontar los Flujos de Caja es el Coste Medio Ponderado del Capital o WACC después de impuestos ($WACC_{AT}$). A partir del valor de la rentabilidad exigida de los accionistas (K_e) y el coste de la deuda (K_d), del nivel de Capital (E) y Deuda (D) y la tasa de impuestos de sociedades (T) se determina el WACC después de impuestos ($WACC_{AT}$).

$$WACC_{AT} = K_e * E / (E+D) + K_d * (1-T) * D / (E+D)$$

5.2.5. OTRAS MEDIDAS DE RENTABILIDAD DEL PROYECTO

Además del cálculo del VAN y TIR de los Flujos de Caja del Proyecto, es habitual utilizar otras medidas de rentabilidad que incluyen partidas de la Cuentas de Pérdidas y Ganancias (como Ingresos, EBITDA o Beneficio Neto) y partidas del Balance (como Total Activo).

Las medidas más habituales para estimar la rentabilidad del proyecto son:

- **Rentabilidad sobre Activos (Return on Assets – ROA):** Este ratio indica el porcentaje que supone el Beneficio sobre los Activos de la empresa. Mide la rentabilidad de los activos de una empresa. Se suele expresar como porcentaje. La rentabilidad sobre activos, ROA, se calcula como:

$$Rentabilidad\ sobre\ Activos\ (ROA) = \frac{Beneficio\ Neto}{Activos\ Totales}$$

La rentabilidad económica o ROA es independiente de la estructura financiera de la empresa, y es una medida de que eficiente es la empresa en el uso de sus activos. Cuanto mayor sea este ratio mayor será la rentabilidad de la empresa.

- **Margen EBITDA.** Es una medida de rentabilidad que se emplea frecuentemente en los proyectos de infraestructuras (especialmente en aquellos con un importante componente de costes operativos como las terminales portuarias o proyectos de transporte urbano). Mide la rentabilidad generada por las operaciones de la empresa. Se suele expresar como porcentaje. El Margen EBITDA, se calcula como:

$$\text{Margen EBITDA} = \frac{\text{EBITDA}}{\text{Ventas}}$$

- **Margen Beneficio Neto o Rentabilidad sobre Ventas (Return on Sales – ROS):** Este ratio indica el porcentaje que supone el Beneficio de la empresa sobre el volumen de ventas de la empresa. El Margen del Beneficio Neto es equivalente al Ratio de Rentabilidad sobre Ventas (o *Return on Sales, ROS*). Se suele expresar como porcentaje. El Margen Beneficio Neto o rentabilidad sobre ventas ROS, se calcula como:

$$\text{Margen Beneficio Neto o Rentabilidad sobre Ventas (ROS)} = \frac{\text{Beneficio Neto}}{\text{Ventas}}$$

El Margen Beneficio Neto mide la relación entre los precios de venta y los costes de la empresa. Cuanto mayor sea este ratio mayor será la rentabilidad de la empresa.

En los proyectos de infraestructuras la cifra de Beneficio Neto suele tener mayores variaciones que la cifra de EBITDA. Siendo de forma habitual que el Beneficio Neto tenga unas tasas de crecimiento superiores al EBITDA conforme avanza el período de concesión, debido al menor peso de los gastos financieros y del gasto en amortizaciones en los últimos años de concesión.

- **Ventas sobre activos:** Este ratio indica el número de veces que suponen las ventas anuales sobre los Activos de la empresa. Mide la capacidad de generación de ventas respecto a la inversión realizada por la empresa. Cuanto mayor sea este ratio mayor será la rentabilidad de la empresa.

$$\text{Ventas sobre activos} = \frac{\text{Ventas}}{\text{Activos Totales}}$$

- **EBITDA sobre Activos:** Este ratio indica el número de veces que supone el EBITDA de la empresa sobre los Activos de la empresa. Mide la capacidad de generación neta de efectivo respecto a la inversión realizada por la empresa. Cuanto mayor sea este ratio mayor será la rentabilidad de la empresa.

$$\text{EBITDA sobre activos} = \frac{\text{EBITDA}}{\text{Activos Totales}}$$

5.3. RENTABILIDAD DE LOS ACCIONISTAS

5.3.1. INTRODUCCIÓN

Rentabilidad de las inversiones en Infraestructuras

Uno de los problemas que afrontan las Administraciones Públicas para el desarrollo de proyectos de infraestructuras es atraer inversores privados. Estudios como el de Panayiotou, A. y Medda, F. (2014), señalan que las condiciones regulatorias son claves para atraer una mayor inversión privada en infraestructuras.

Estudios de la rentabilidad a largo plazo de las inversiones en infraestructuras como el realizado por Bianchi, R.J, et al. (2014) en base a índices de infraestructuras de Estados Unidos y el de Oyedele, J.B., et al. (2013) que emplea índices de infraestructuras europeos; concluyen que las inversiones en infraestructuras muestran ser un buen valor para las carteras de los inversores.

Nivel de endeudamiento óptimo

La rentabilidad de los accionistas depende de forma considerable (además de las variables del plan de negocio de la infraestructura como inversión, ingresos y gastos) de la estructura de capital de la sociedad vehículo. Estudios como el realizado por Dias, A. y Ioannou, P. (1995) señalan que la cantidad de deuda que maximiza la tasa de rentabilidad del accionista es menor que la capacidad de deuda del proyecto, y que la cantidad de deuda que maximiza el VAN del proyecto es incluso inferior. Bagui, S. y Ghosh, A. (2012) evalúa mediante técnicas de programación lineal el ratio de endeudamiento y el calendario de repago de la deuda óptimo que maximiza la tasa de rentabilidad del proyecto para el accionista.

El estudio de Bitsch, F., et al. (2010) observa que los resultados de las inversiones en infraestructura son mayores que las inversiones en otros activos que no son infraestructuras, lo que apoya la hipótesis de que la mayor rentabilidad de las infraestructuras se debe al mayor riesgo de mercado por su alto apalancamiento.

La inversión en Infraestructuras por Inversores Institucionales

Los inversores institucionales como fondos de inversiones en infraestructuras y fondos de pensiones suelen invertir en proyectos *brownfield* con un *track-record* de demanda e ingresos, y generalmente evitan los proyectos *greenfield* por considerar que este tipo de proyectos tienen un elevado riesgo de construcción (tanto en plazo, coste y desempeño) y un alto nivel de incertidumbre sobre la demanda. Sin embargo, Howard, E. (2012) concluye que los fondos de infraestructuras que buscan proyectos *brownfield* de bajo riesgo pueden apalancar con endeudamiento el proyecto hasta el punto de que un proyecto de bajo riesgo se vuelve tan arriesgado o más que un proyecto *greenfield*. Por eso considera que el perfil de riesgo de un proyecto se debe definir caso a caso, teniendo en cuenta varios factores como riesgo

contractual, estructura de capital, endeudamiento, elasticidad de la demanda, inflación y riesgos políticos.

Sasha, N., et al. (2008) analiza la problemática de los diferentes horizontes de inversión de los proyectos de infraestructuras a muy largo plazo (25-35 años) y los requisitos de horizonte temporal de los fondos de inversiones (8-10 años), y propone diferentes soluciones como que los reguladores tengan en cuenta el horizonte temporal de inversión de los fondos reduciendo el período de desarrollo de proyectos, y que los fondos de inversiones amplíen sus horizontes de inversión incorporando por ejemplo a fondos de pensiones.

Gemson, J., et al. (2011) analiza la participación de los fondos de inversión en la financiación de proyectos de infraestructuras, y observa: que el tamaño de los proyectos en los que participan los fondos de inversiones son mayores comparativamente, que las inversiones de los fondos son más frecuentes en los países desarrollados, y que en los países en desarrollo el número de inversores por proyecto es mayor con el fin de diversificar y reducir el riesgo individual de cada inversor.

Croce, R., et al. (2011) analiza las barreras de los fondos de pensiones cuando invierten en infraestructuras, y observa que en muchos países los fondos de pensiones son reacios a invertir en infraestructuras especialmente por temas regulatorios.

La inversión en Infraestructuras como activo financiero

Con respecto a la inversión en infraestructuras como un activo financiero, se han realizado diferentes estudios para analizar si las inversiones en infraestructuras tienen características propias que las convierten en sí en una clase distinta de activos financieros. Lo que reforzaría la idea de que para una gestión óptima de sus carteras, los inversores deberían diversificar sus inversiones incluyendo dentro de sus carteras los valores de infraestructuras.

Inderst, G. (2010) concluye que no hay evidencias que permitan clasificar las infraestructuras como una clase de activo financiero diferente, y sugiere tratar las infraestructuras como una sub-clase de activos o un sector particular dentro de las clasificaciones financieras convencionales. El estudio de Bianchi, R.J., y Drew, M.E. (2014) refuerza esta hipótesis al concluir que las rentabilidades de los activos de infraestructuras son simplemente un sub-conjunto de los valores cotizados con una exposición significativa al sector de utilities.

Sin embargo, Bird, R., et al. (2014), analiza la hipótesis de si las inversiones en infraestructuras proporcionan un beneficio extra por ser activos monopolísticos y defensivos y concluye que las infraestructuras proporcionan un exceso de rentabilidad y tienen una cobertura contra la inflación, pero no muestra que la inversión en infraestructuras tengan características defensivas.

5.3.2. FLUJOS DE CAJA DISPONIBLE PARA LOS ACCIONISTAS

Los Flujos de Caja disponible para los Accionistas (FCDA) se corresponden con los flujos de caja del proyecto después de impuestos menos el servicio de la deuda (devolución del principal e intereses) y otras cuentas relacionadas con la deuda (disposiciones nueva deuda, variación en los depósitos de la Cuenta de Reserva del Servicio de la Deuda, uso y devolución de líneas de liquidez y prepagos de deuda por *Cash Sweep*). Es por tanto los Flujos de Caja que quedarían disponible para los Accionistas tras todos los pagos operativos e inversiones y tras la deuda.

En la siguiente tabla se detallan las partidas que conforman los Flujos de Caja disponible para los Accionistas:

Tabla 20. Flujos de Caja Disponible para los Accionistas

Núm.	Flujos de Caja disponible para los Accionistas
1	(+) Ingresos de explotación
2	(-) Gastos operativos (OPEX)
3	EBITDA (1+2)
4	(+) Ingresos financieros
5	(-) Inversión en activos fijos (CAPEX)
6	(+/-) Variación en capital circulante
7	Flujo de Caja del Proyecto antes de Impuestos (3+4+5+6)
8	(-) Pago de Impuestos
9	Flujo de Caja del Proyecto después de Impuestos (7+8)
10	Flujo de Caja Disponible para el Servicio de la Deuda, FCDSD (9)
11	(-) Pago de intereses de la Deuda Senior y liquidación operaciones cobertura
12	(-) Pago de principal de la Deuda Senior
13	Servicio de la Deuda, SD (11+12)
14	(+/-) Variación en la Cuenta de Reserva del Servicio de la Deuda
15	(+) Disposiciones nueva deuda y líneas de liquidez
16	(-) Repago línea liquidez y <i>cash sweep</i>
17	Flujo de Caja Disponible Accionistas, FCDA (10+13+14+15+16)

Fuente: Adaptación propia

Una vez estimados los Flujos de Caja disponible para los Accionistas, se estima el VAN y el TIR. Para calcular el VAN la tasa descuento que se emplea para descontar los Flujos de Caja disponible para los Accionistas es la tasa de rentabilidad exigida de los accionistas (K_e).

El modo de calcular el K_e usando la metodología del CAPM (*Capital Asset Pricing Model*) es el siguiente:

$$K_e = R_f + R_p + \beta_L \cdot (R_m - R_f)$$

Donde:

R_f = Rentabilidad libre de riesgo

$R_m - R_f$ = Prima de riesgo de mercado

$B_L =$ Coeficiente Beta (riesgo sistemático no diversificable). Se calcula a partir de la Beta desapalancada (B_μ) del sector y el nivel de apalancamiento del proyecto:

$$\beta_L = \beta_\mu * (1 + (1-T)*D/E)$$

El cálculo de los Flujos de Caja disponible para los Accionistas es diferente que el cálculo de los Flujos de Caja del Capital (Capital Cash Flows) que incluye la caja generada tanto para los accionistas como para los acreedores. En un modelo de cascada de flujos de caja los Flujos de Caja de Capital se corresponderían con los Flujos de Caja disponible para el Servicio de la Deuda.

5.3.3. FLUJOS DE CAJA DE LOS ACCIONISTAS

Los Flujos de Caja de los Accionistas (FCA) son los flujos de caja que realmente han sido distribuidos (o captados) a los Accionistas.

Los Flujos de Caja de los Accionistas, incluyen las siguientes partidas:

- **Operaciones con la cuenta de capital (aportaciones y devoluciones de capital):** incluye con signo negativo las aportaciones de capital y con signo positivo las devoluciones de capital.
- **Pago de dividendos y distribución de reservas:** incluye con signo positivo el pago de dividendos o distribución de reservas a los accionistas.
- **Desembolsos deuda subordinada accionistas:** incluye con signo negativo las aportaciones de deuda subordinada de los accionistas.
- **Devoluciones principal deuda subordinada accionistas:** incluye con signo positivo las devoluciones de deuda subordinada.
- **Pago de intereses deuda subordinada accionistas:** incluye con signo positivo el pago de intereses de la deuda subordinada.

En la siguiente tabla se detallan las partidas que conforman los Flujos de Caja de los Accionistas:

Tabla 21. Flujos de Caja de los Accionistas

Flujos de Caja de los Accionistas
(-) Aportaciones de Capital
(+) Devolución del Capital
(-) Desembolsos deuda subordinada
(+) Pago intereses deuda subordinada
(+) Pago principal deuda subordinada
(+) Pago de dividendos y distribución de reservas
Flujo de Caja Accionistas

Fuente: Adaptación propia

Una vez estimados los Flujos de Caja de los Accionistas, se estima el VAN y el TIR. Para calcular el VAN La tasa descuento que se emplea para descontar los Flujos de Caja de los Accionistas es (igual que en el caso de los Flujos de Caja disponible para los Accionistas) la tasa de rentabilidad exigida de los accionistas (K_e).

5.3.4. EFECTO CAJA ATRAPADA EN EL BALANCE

La diferencia entre los Flujos de Caja disponible para los Accionistas (FCDA) y los Flujos de Caja de los Accionistas (FCA), es que no toda la caja generada en el período disponible para los accionistas es distribuida de forma efectiva a los accionistas.

Cuando los Flujos de caja a los Accionistas son inferiores a los Flujos de Caja disponible para los Accionistas se produce un efecto de caja atrapada en el Balance (o *cash-trapped*). Con lo que aún existiendo caja disponible los accionistas pueden no recibir toda la caja disponible.

Esto es debido, a que existen diversas restricciones a la remuneración de los accionistas. Entre esas restricciones, las más habituales son:

- Restricciones a la remuneración a los accionistas derivadas del Contrato de Financiación. Los contratos de financiación suelen limitar la remuneración a los accionistas en los primeros años de operación.
- Restricciones por dotación de reservas legales. La obligatoriedad de la dotación de reservas legales limitan la distribución de beneficios a los accionistas en los primeros años hasta estar completamente dotadas las reservas legales.
- Compensación de bases imponibles negativas de ejercicios anteriores. Los beneficios generados en un período se han de aplicar en primer lugar a la compensación de pérdidas de ejercicios anteriores y a la dotación de reservas obligatorias, antes de poder aplicar los beneficios a la distribución de dividendos.
- Efecto de las amortizaciones en la reducción del beneficio contable. Las amortizaciones reducen el beneficio neto distribuible aunque financieramente no suponen una disminución de la caja disponible.
- Limitación a las reducciones de Capital. Los contratos de concesión o la normativa mercantil pueden limitar las reducciones de capital y por tanto la devoluciones de efectivo a los accionistas.
- Política de distribución de dividendos. La política de distribución de dividendos de una empresa puede establecer que no todos los beneficios disponibles se distribuyan a los accionistas con lo que el ratio de distribución de los beneficios (o *cash payout ratio*) puede ser inferior a uno.
- Restricciones cambiarias que limitan la conversión de moneda local en divisas o la repatriación de beneficios, o cuestiones tributarias que gravan el reparto de dividendos.

También puede suceder que en un determinado año los flujos de caja distribuidos a los accionistas (FCA) sean superiores a los flujos de caja disponible para los accionistas (FCDA)

generados en ese período (por ejemplo, porque se ha realizado una devolución de capital). Eso es posible, siempre y cuando exista un excedente de caja generada en años anteriores. Lo que no se puede dar es que los Flujos de Caja distribuidos a los Accionistas produzcan que el saldo de caja total en Balance sea negativo.

Generalmente en los proyectos de infraestructuras, el efecto de la Caja Atrapada en el Balance aumenta conforme avanza el período de concesión. La Caja Atrapada aumenta cuando los FCDA > FCA y disminuye cuando los FCDA < FCA.

En el último año de concesión con la liquidación de la sociedad, la caja atrapada en el Balance es distribuida a los accionistas tras saldar todos los pasivos pendientes (ejemplo, saldos de proveedores o de la Hacienda Pública).

Como generalmente hasta el último año de concesión los FCA suelen ser inferiores a los FCDA, la TIR y el VAN de los Flujos de Caja de los Accionistas (FCA) es inferior a la TIR y el VAN de los Flujos de Caja Disponible para los Accionistas (FCDA).

5.3.5. OTRAS MEDIDAS DE RENTABILIDAD DE LOS ACCIONISTAS

Además del cálculo del VAN y TIR de los Flujos de Caja de los Accionistas, es habitual utilizar otras medidas de rentabilidad que incluyen partidas de la Cuentas de Pérdidas y Ganancias (como Beneficio Neto) y partidas del Balance (como Fondos Propios) o la Inversión Inicial de los Accionistas.

Las medidas más habituales para estimar la rentabilidad de los accionistas son:

- **Plazo de recuperación de la inversión (Payback).** El plazo de recuperación de la inversión o *payback* es un criterio de valoración de inversiones que permite seleccionar un determinado proyecto en base a cuánto tiempo se tardará en recuperar la inversión inicial mediante los flujos de caja de los accionistas. Se suele expresar en años. La forma de calcularlo es mediante la suma acumulada de los flujos de caja, hasta que ésta iguale a la inversión inicial.

$$\text{Pay Back (años)} \rightarrow \text{Flujos de Caja Accionistas Acumulados} = \text{Inversión Inicial Accionistas}$$

- **Rentabilidad por Dividendos.** En los proyectos de infraestructuras la rentabilidad por dividendos se suele calcular como los flujos de caja distribuidos a los accionistas (incluyendo además de dividendos y distribución de reservas, las devoluciones de capital y los flujos de caja de la deuda subordinada de accionistas) entre la inversión inicial realizada por los accionistas durante el período de construcción (incluyendo desembolsos de capital y de deuda subordinada). Se suele expresar como porcentaje. La rentabilidad por dividendos, se calcula como:

$$\text{Rentabilidad por Dividendos} = \frac{\text{Flujos de Caja de los Accionistas}}{\text{Inversión Inicial Accionistas}}$$

- **Rentabilidad sobre Capital (*Return on Equity – ROE*):** Este ratio indica el porcentaje que supone el Beneficio de la empresa sobre el Patrimonio neto de la empresa. Mide la rentabilidad del patrimonio propiedad de los accionistas. Se suele expresar como porcentaje. La rentabilidad financiera, ROE, se calcula como:

$$\text{Rentabilidad sobre Capital (ROE)} = \frac{\text{Beneficio Neto}}{\text{Patrimonio Neto}}$$

La rentabilidad financiera o ROE (*Return on equity*) relaciona el beneficio económico con la inversión realizada por los accionistas para obtener ese lucro. Es una medida del retorno de la inversión para los accionistas. Cuanto mayor sea este ratio mayor será la rentabilidad de la empresa.

El ROE depende de la estructura financiera de la empresa. El nivel de apalancamiento afecta al numerador y al denominador del ROE. A mayor apalancamiento mayor es el gasto financiero y por tanto menor es el Beneficio Neto, pero también menor es el Patrimonio Neto.

5.4. REVISIÓN LITERATURA RENTABILIDAD DE PROYECTOS

En la siguiente tabla se muestra una revisión de la literatura reciente junto con otros trabajos relevantes, que analizan diversos aspectos sobre la rentabilidad de proyectos, como: productividad económica de las infraestructuras (Calderón, C., Moral-Benito, E., y Servén, L., 2015), *benchmarking* de inversiones en infraestructuras (Blanc-Brude, F., 2014), marco financiero y legal que incentive la inversión en infraestructuras (Panayiotou, A. y Medda, F., 2014), rentabilidad financiera de las infraestructuras (Bianchi, R.J, Bornholt, G., Drew, M.E., y Howard, M.F., 2014; Bird, R., Liem, H. y Thorp, S., 2014; y Oyedele, J.B., McGreal, S., Adair, A., y Ogedengbe, P., 2013), clasificación de las infraestructuras como activo financiero (Bianchi, R.J., y Drew, M.E., 2014; y Inderst, G., 2010), modelización financiera de infraestructuras (Kienitz, J., y Wetterau, D., 2012; McPherson, S.L., 2012; Lynch, P., 2011; y Haskell, C.T., 2005), asignación de riesgos (Howard, E., 2012), estructura óptima de deuda (Bagui, S. y Ghosh, A., 2012; y Dias, A. y Ioannou, P., 1995), rol del private equity en la inversión en infraestructuras (Gemson, J., Gautami, K.V., y Rajan, A.T., 2011; Bitsch, F., Buchner, A., y Kaserer, C., 2010; y Sasha, N., Page, S.N., Ankner, W., Jones, C., y Fetterman, R., 2008), rol de los fondos de pensiones en infraestructuras (Croce, R., Schieb, P., y Stevens, B., 2011), y el uso de *Project Finance* versus *Corporate Finance* (Sawant, R.J., 2009).

Tabla 22. Revisión Literatura Rentabilidad de Proyectos

Autores	Contenido de los Estudios
<p>Calderón, C., Moral-Benito, E., & Servén, L. (2015)</p> <p>“Is infrastructure capital productive? A dynamic heterogeneous approach”</p>	<p>Objetivos y Metodología: El estudio realiza una evaluación del output de las infraestructuras, utilizando series temporales y una gran base de datos de varios países, estimando una función de producción agregada a largo plazo. La estimación de los parámetros se realiza mediante un <i>pooled mean group (PMG)</i> estimador que introduce la restricción de homogeneidad a largo plazo de parámetros.</p> <p>Resultados y Aportaciones: El estudio muestra que la elasticidad a largo plazo del output con respecto a los índices sintéticos de infraestructuras es entre 0,07 y 0,10. Los resultados son robustos y significativos, estadística y económicamente. Y el test de homogeneidad de parámetros no proporciona evidencia de que los parámetros a largo plazo difieran entre países.</p>
<p>Blanc-Brude, F. (2014)</p> <p>“Benchmarking Long-Term Investment in Infrastructure. Objectives, roadmap and recent progress”</p>	<p>Objetivos y Metodología: El estudio analiza el desarrollo de un <i>benchmark</i> de inversiones en infraestructuras a largo plazo, que sean valores no cotizados e ilíquidos, y que sirva para acercar la oferta y la demanda de inversiones de capital a largo plazo y mejore la asignación de activos de los inversores.</p> <p>Resultados y Aportaciones: El estudio propone un <i>roadmap</i> detallando los pasos a realizar para implantar un <i>benchmark</i> de inversiones en infraestructuras a largo plazo. Como principales obstáculos para el desarrollo del <i>benchmark</i> el estudio señala el</p>

	problema de la recogida de datos (al ser activos que no cotizan en una bolsa de valores) y la valoración de activos (ejemplo, acceso a información de los flujos de caja).
Panayiotou, A. & Medda, F. (2014) "Attracting private sector participation in infrastructure investment: the UK case"	<p>Objetivos y Metodología: El estudio analiza la participación de la inversión privada en infraestructuras en el Reino Unido, analizando el marco financiero y legal del Reino Unido para la inversión en infraestructuras y las razones de por qué los inversores privados son tan cautelosos de este tipo de activos.</p> <p>Resultados y Aportaciones: El estudio concluye que las condiciones regulatorias son claves para atraer una mayor inversión privada en infraestructuras, y que las estructuras de los mecanismos de financiación de infraestructuras deberían adaptarse a las necesidades de los inversores privados. Y que los mecanismos de los fondos de pensiones están muy fragmentados para financiar el volumen necesario de las inversiones requeridas.</p>
Bianchi, R.J, Bornholt, G., Drew, M.E., & Howard, M.F. (2014) "Long-term U.S. infrastructure returns and portfolio selection"	<p>Objetivos y Metodología: El estudio reconstruye las rentabilidades mensuales de cinco índices de empresas de infraestructuras de Estados Unidos y evalúa los factores de riesgo sistemático y sectorial de 1927 a 2010. El estudio emplea la metodología desarrollada por Agarwal y Naik que utilizan los modelos de valoración de activos de Fama y French, y Carhart.</p> <p>Resultados y Aportaciones: El estudio observa que las rentabilidades de infraestructuras pueden subestimar el riesgo de cola (<i>tail-risk</i>) que los inversores pueden experimentar en el largo plazo; aunque este riesgo de cola puede compensarse con diversificar las inversiones en una amplia cartera amplia de valores. El estudio muestra que la varianza y CVaR (<i>Conditional Value at Risk</i>) de los inversores indican que los inversores de activos de infraestructuras están obteniendo beneficios.</p>
Bird, R., Liem, H. & Thorp, S. (2014) "Infrastructure: Real Assets and Real Returns"	<p>Objetivos y Metodología: El estudio examina las infraestructuras desde el punto de vista de un activo de inversión. El estudio desarrolla un modelo factorial robusto con rentabilidades de infraestructuras de Estados Unidos y Australia, y comprueba la hipótesis de si las inversiones en infraestructuras proporcionan un beneficio extra por ser activos monopolísticos y defensivos.</p> <p>Resultados y Aportaciones: El estudio muestra que las infraestructuras proporcionan un exceso de rentabilidad y tienen una cobertura contra la inflación, pero no muestra que la inversión en infraestructuras tengan características defensivas. El estudio compara modelos basados en opciones para replicar las rentabilidades de infraestructuras e identificar la prima de riesgo regulatorio, obteniendo como resultado que una combinación de bonos vinculados a la inflación y estrategias de cobertura con opciones proporciona una mayor cobertura con la inflación y características defensivas.</p>
Bianchi, R.J., & Drew, M.E. (2014)	Objetivos y Metodología: El estudio utiliza la metodología de valoración de activos de Merton (1973) para evaluar si las infraestructuras son en sí una clase de activos.

<p>"Is Infrastructure An Asset Class? An Asset Pricing Approach"</p>	<p>Resultados y Aportaciones: El estudio muestra empíricamente que las rentabilidades de los activos de infraestructuras son simplemente un sub-conjunto de los valores cotizados con una exposición significativa al sector de utilities. Lo que tiene especial relevancia para las políticas de selección de activos de los fondos de pensiones</p>
<p>Oyedele, J.B., McGreal, S., Adair, A., & Ogedengbe, P. (2013) "Performance and role of European listed infrastructure in a mixed-asset portfolio"</p>	<p>Objetivos y Metodología: El objetivo del estudio es evaluar los resultados de las empresas de infraestructuras que cotizan en los mercados europeos. El estudio utiliza retornos mensuales de índices de <i>Thomson Reuters DataStream</i> en el periodo 2001-2010. El estudio examina el nivel de correlación de las infraestructuras europeas con otros activos, y los beneficios de diversificar incluyendo valores de infraestructuras europeas en las carteras de inversión.</p> <p>Resultados y Aportaciones: El estudio muestra los resultados de las inversiones de infraestructuras no de forma aislada sino dentro de una cartera de inversión con varias clases de activos. El estudio concluye que ciertos sectores de infraestructuras como generación o puertos han dado resultados robustos a pesar de la crisis crediticia. Y en el periodo de 10 años analizado las infraestructuras muestran ser un buen valor para las carteras de inversiones.</p>
<p>Kienitz, J., & Wetterau, D. (2012) "Financial Modelling: Theory, Implementation and Practice with MATLAB Source"</p>	<p>Objetivos y Metodología: El estudio muestra el uso de técnicas cuantitativas aplicadas a problemas financieros mediante el uso de Matlab.</p> <p>Resultados y Aportaciones: El estudio se divide en tres partes: primero trata sobre los mercados financieros y los distintos modelos que explican el comportamiento de los precios (volatilidad estocástica, procesos de saltos,...), la segunda parte trata de métodos numéricos para valorar activos y gestionar el riesgo (Montecarlo, Lévy procesos,...) y la tercera parte trata del uso práctico de Matlab para resolver problemas financieros.</p>
<p>McPherson, S.L. (2012) "Advanced Project Finance Modeling"</p>	<p>Objetivos y Metodología: El estudio analiza los diferentes tipos de riesgos asociados al <i>Project Finance</i>, y los parámetros principales en la modelización e implantación de un préstamo <i>Project Finance</i>. Evalúa la metodología de <i>Project Finance</i> en un proyecto real (<i>N4 Toll Road</i> en Sudáfrica).</p> <p>Resultados y Aportaciones: El estudio desarrolla la aplicación comercial de la metodología <i>Project Finance</i>, su interacción con diferentes disciplinas (mercados financieros, legal, contractual, ingeniería,...), y el desarrollo de casos reales de proyectos financiados con <i>Project Finance</i> en África.</p>
<p>Howard, E. (2012) "Infrastructure Funds: The Why, What and How"</p>	<p>Objetivos y Metodología: El estudio analiza la eficiencia de la participación privada en proyectos de infraestructuras, y en particular la asignación de riesgos y el diseño de incentivos. Para ello examina qué condiciones ha de tener el proyecto para que sea eficiente para el sector público desarrollar los PPP. También</p>

	<p>evalúa las condiciones que demandan los inversores privados para invertir en infraestructuras.</p> <p>Resultados y Aportaciones: El estudio observa que los fondos de infraestructuras que buscan proyectos <i>brownfield</i> de bajo riesgo pueden apalancar con endeudamiento el proyecto hasta el punto de que un proyecto de bajo riesgo se vuelve tan arriesgado o más que un proyecto <i>greenfield</i>. Por eso considera que el perfil de riesgo de un proyecto se debe definir caso a caso, teniendo en cuenta varios factores como riesgo contractual, estructura de capital, endeudamiento, elasticidad de la demanda, inflación y riesgos políticos.</p>
<p>Bagui, S. & Ghosh, A. (2012) “Uses of anti glare screen barrier in economic, financial analysis and determination of optimal debt capacity ratio for a road project”</p>	<p>Objetivos y Metodología: El estudio desarrolla un modelo para determinar el ratio de endeudamiento óptimo, basado en un calendario de repago de la deuda con cuotas iguales y variables y cuotas de amortización iguales y variables. Para ello combina un modelo financiero y un modelo de programación lineal que incorpora el objetivo de maximizar la tasa de rentabilidad del proyecto para el accionista e identifica el mejor método de repago de la deuda para el promotor.</p> <p>Resultados y Aportaciones: El estudio concluye que el calendario de devolución de la deuda de cuotas iguales y el método de amortización variable es el método que maximiza la rentabilidad del capital.</p>
<p>Gemson, J., Gautami, K.V., & Rajan, A.T. (2011) “Impact of private equity investments in infrastructure projects”</p>	<p>Resultados y Aportaciones: El estudio analiza el rol de los fondos y empresas de <i>Private Equity</i> (PE) en la financiación de infraestructuras, en base a una muestra de 2.821 proyectos de infraestructuras entre 1990-2009.</p> <p>Objetivos y Metodología: El estudio observa que los proyectos con participación de empresas de PE eran mayores comparativamente, indicando que el PE ha servido para financiar grandes proyectos. También observa que las inversiones de PE son más frecuentes en países desarrollados. Y que en los países en desarrollo el número de inversores por proyecto es mayor con el fin de diversificar y reducir el riesgo individual de cada inversor.</p>
<p>Croce, R., Schieb, P., & Stevens, B. (2011) “Pension funds investments in infrastructure: A survey”</p>	<p>Objetivos y Metodología: El estudio desarrolla una encuesta entre distintos países (Australia, Canadá, Corea del Sur, USA y varios países europeos) para analizar los problemas principales que afrontan los fondos de pensiones cuando invierten en infraestructuras. Las entrevistas fueron realizadas con gestores de inversores institucionales que tienen conjuntamente más de 4 billones de dólares al final de 2010.</p> <p>Resultados y Aportaciones: El estudio desarrolla varias recomendaciones de políticas a implementar en base a las barreras a la inversión identificadas. El análisis y las recomendaciones son realizados de forma individualizada para cada país, según los problemas específicos en cada mercado.</p>

<p>Lynch, P. (2011) "Financial Modelling For Project Finance"</p>	<p>Objetivos y Metodología: El estudio muestra cómo realizar un modelo de flujos de caja para la obtención de un <i>Project Finance</i>, incluyendo los principales temas prácticos como calendarios flexibles, múltiples divisas, inflación, referencias circulares, cálculos de capital y deuda, y el uso del modelo para generar diferentes escenarios y sensibilidades.</p> <p>Resultados y Aportaciones: El estudio muestra la práctica actual en los mercados financieros sobre la construcción de modelos financieros para la financiación de proyectos mediante <i>Project Finance</i>. Incluye una parte novedosa sobre optimización con el fin de optimizar ingresos y fuentes de financiación para cumplir con ratios de cobertura o requerimientos de rentabilidad, bajo ciertas condiciones como minimizar el VAN de los ingresos (lo que es útil en situaciones de licitaciones competitivas de proyectos).</p>
<p>Bitsch, F., Buchner, A., & Kaserer, C. (2010) "Risk, Return and Cash Flow Characteristics of Infrastructure Fund Investments"</p>	<p>Objetivos y Metodología: El estudio analiza el riesgo, la rentabilidad y los flujos de caja de inversiones en infraestructuras usando una base de datos de acuerdos realizados por fondos de <i>private equity</i>. El estudio observa que los resultados de las inversiones en infraestructura son mayores que las inversiones en otros activos que no son infraestructuras, a pesar de que las infraestructuras tienen menores tasas de impago.</p> <p>Resultados y Aportaciones: Los resultados del estudio muestran que no observan que las infraestructuras ofrezcan flujos de caja más estables, lo que apoya la hipótesis de que la mayor rentabilidad de las infraestructuras se debe al mayor riesgo de mercado por su alto apalancamiento. Otros resultados son que la rentabilidad de las infraestructuras está relacionadas positivamente con los mercados de deuda pública, pero no con el crecimiento del PIB ni con la inflación.</p>
<p>Inderst, G. (2010) "Infrastructure as an Asset Class"</p>	<p>Objetivos y Metodología: El estudio analiza evidencia empírica sobre el perfil de riesgo-rentabilidad, flujos de caja, protección a la inflación y potencial de diversificación de los activos de infraestructuras; y evalúa si la inversión en infraestructuras reúne unas características diferentes que las conviertan en una clase diferente de activos financieros.</p> <p>Resultados y Aportaciones: El estudio concluye que no hay evidencias que permitan clasificar las infraestructuras como una clase de activo financiero diferente. Los activos de infraestructuras son muy heterogéneos y la evidencia empírica sugiere tratar las infraestructuras como una sub-clase de activos o un sector particular dentro de las clasificaciones financieras convencionales.</p>
<p>Sawant, R.J. (2009) "The economics of large-scale infrastructure FDI: The case of project finance"</p>	<p>Objetivos y Metodología: El estudio analiza el marco teórico de por qué las empresas multinacionales invierten en infraestructuras a través de la modalidad de <i>Project Finance</i> en vez de <i>Corporate Finance</i>. El estudio desarrolla la hipótesis de que las razones de invertir mediante PF son evitar el riesgo de expropiaciones del país anfitrión y los obstáculos de</p>

	<p>proveedores/compradores. Este marco conceptual es testado mediante una base de datos de 200 inversiones con un valor de 159.970 millones de dólares, realizadas por 167 empresas en 128 países en un período de 17 años.</p> <p>Resultados y Aportaciones: El estudio observa que la estructura de préstamos sindicados crea un efecto de reputación para los países anfitriones y que por ello es empleado por muchas multinacionales. La hipótesis que los préstamos PF ayudan a mitigar los obstáculos de proveedores/compradores se ve respaldada empíricamente, mientras la hipótesis que PF mitiga el riesgo país tiene un apoyo empírico limitado.</p>
Sasha, N., Page, S.N., Ankner, W., Jones, C., & Fetterman, R. (2008) "The Risks and Rewards of Private Equity in Infrastructure"	<p>Objetivos y Metodología: El estudio analiza el rol de los <i>private equity investment funds (PEIFs)</i> y los requisitos de horizonte temporal de estos fondos, que suele ser de 10 años. Y analiza cómo resolver el conflicto de interés entre el horizonte temporal de inversión de estos fondos y el calendario de desarrollo de proyectos <i>greenfield</i> que requieren de 3 a 5 años de construcción y varios años de <i>ramp-up</i>.</p> <p>Resultados y Aportaciones: El estudio observa que los PEIFs pueden ser una fuente de financiación útil para proyectos de infraestructuras si: 1) los reguladores tienen en cuenta el horizonte temporal de inversión de los fondos reduciendo el período de desarrollo de proyectos, y 2) si los PEIFs pueden ampliar sus horizontes de inversión, incorporando por ejemplo a fondos de pensiones.</p>
Haskell, C.T. (2005) "Advanced Modelling for Project Finance for Negotiations and Analysis"	<p>Objetivos y Metodología: El estudio revisa los principales aspectos del <i>Project Finance</i> como los contratos, los riesgos del proyecto, o las estimaciones de flujos de caja.</p> <p>Resultados y Aportaciones: El estudio se centra en las prácticas actuales de financiación de proyectos, incluyendo la descripción de cómo se construye un modelo financiero en base a ejemplos reales y como emplear el modelo financiero en la fase de negociación con los prestamistas.</p>
Dias, A. & Ioannou, P. (1995) "Debt Capacity and Optimal Capital Structure for Privately Financed Infrastructure Projects"	<p>Objetivos y Metodología: El estudio analiza el proceso de análisis y toma de decisiones de los inversores privados en infraestructuras sobre la estructura de capital del proyecto; para proyectos que no ofrecen garantías colaterales y cuya única garantía son los flujos de caja del proyecto.</p> <p>Resultados y Aportaciones: El estudio muestra que la capacidad de deuda que un proyecto de infraestructuras puede absorber es inferior al 100% de la financiación. Y que la cantidad de deuda que maximiza la tasa de rentabilidad del accionista es menor que la capacidad de deuda del proyecto, y que la cantidad de deuda que maximiza el VAN del proyecto es incluso inferior. Con lo que concluye que exceder esos límites de deuda debe evitarse porque erosiona rápidamente el valor del proyecto para los inversores.</p>

Fuente: Elaboración propia

6. MÉTODOS DE PROYECCIÓN FINANCIERA

6.1. INTRODUCCIÓN

Las empresas y entidades emplean diferentes métodos de valoración de inversiones. Todos estos métodos tienen el problema inherente de la incertidumbre (Saffo, P., 2007), porque las valoraciones están basadas en valores futuros estimados. Los valores futuros están basados en datos en base a la información actual disponible, y la mayor parte de los datos no pueden ser estimados con confianza estadística. Ya que estos valores futuros no pueden ser estimados con un cierto nivel de confianza estadística, las valoraciones financieras son por lo general complementadas mediante un análisis de sensibilidad y escenarios (Kumar, K.S., et al., 2014).

El análisis de sensibilidad es realizado para evaluar en qué nivel los resultados de un modelo depende de los parámetros de entrada. Es por ello un método importante para comprobar la calidad de un modelo y la robustez y fiabilidad de sus análisis (Saltelli, A., et al. 2009).

De otra parte, el análisis de escenarios es capaz de cambiar un número de variables simultáneamente para proveer un particular caso o escenario a considerar por los decisores (Atrill, P., 2006). Aunque el análisis de escenarios pueda solventar las dos desventajas del análisis de sensibilidad, el análisis de escenarios no es tan eficiente en identificar escenarios altamente sensibles (Kumar, K.S., et al., 2014).

El método de simulación de Montecarlo tiene en cuenta que las variables de un proyecto pueden tener diferentes posibles valores representados por una función de distribución de probabilidad. El método de Montecarlo simula todo el sistema miles de veces, escogiendo en cada ocasión de forma aleatoria un valor de cada variable de su función de distribución de probabilidad. Siendo el resultado una función de distribución de probabilidad del valor total del sistema calculado a través de las iteraciones del modelo (Kwak Y.K., et al., 2007).

El uso de estas técnicas permite mejorar la evaluación de los proyectos de infraestructuras. Así como evaluar las relaciones de causa-efecto de diferentes variables, como por ejemplo analizar la sensibilidad de los préstamos otorgados por las entidades financieras al nivel de liquidez del sistema bancario (Dahl, D., 2011).

En este capítulo se describen diferentes métodos utilizados en la estimación de las proyecciones financieras, como son el análisis de sensibilidad, la generación de escenarios, la estimación de funciones de distribución de probabilidad y el método de Montecarlo. Se aplican además estos métodos de proyección en la evaluación del nivel de riesgo de las tasas de rentabilidad del proyecto y de los accionistas.

6.2. ANÁLISIS DE SENSIBILIDAD

6.2.1. INTRODUCCIÓN

En la mayoría de proyectos de infraestructuras las proyecciones financieras no incluyen funciones de distribución de probabilidad, obteniéndose para cada variable (ejemplo, la TIR del proyecto) un único valor. Esta limitación se debe fundamentalmente a la dificultad de obtener funciones de distribución de probabilidad de las variables principales del proyecto (como por ejemplo, nivel de demanda, volumen de inversión, tarifas, o costes de operación).

Como los resultados del proyecto están sujetos lógicamente a un cierto nivel de variabilidad, una alternativa a la estimación de funciones de probabilidad que es sencilla de implantar es realizar un análisis de sensibilidad de las principales variables del proyecto (Iloiu et al., 2009).

El análisis de sensibilidad de variables implica el cambio del valor de una variable para probar su impacto sobre el resultado final (Savvides S.C., 1994). Este método es particularmente útil para descubrir que variables clave son las que conllevan mayores riesgos para el proyecto. Sin embargo, algunas desventajas asociadas con este método son que se basa en cambios de variables aisladas, y tiende a ignorar la interacción entre variables.

El análisis de sensibilidad se realiza modificando de forma porcentual una de las variables del proyecto mientras las demás variables se mantienen constantes (Jovanovic, P., 1999), con el fin de valorar la influencia de un cambio de esa variable en los resultados financieros del proyecto como pueden ser tasas de rentabilidad, ratios de cobertura de la deuda o cualquier otra medida financiera.

El impacto de un cambio de una variable sobre el resultado del proyecto (ejemplo, VAN o TIR del proyecto) no siempre es lineal. Bagui, S. y Ghosh, A., (2011) observa que mientras el VAN de los Accionistas sigue una función lineal con respecto a los ingresos y costes, no sucede así con la variación del porcentaje de capital.

Existen técnicas más sofisticadas que combinan el análisis de sensibilidad con técnicas de programación. Borgonovo, E., et al. (2010) desarrolló un modelo que mide el impacto diferencial de cambios en los inputs del modelo de una forma sistemática a través de un algoritmo del que se deriva la sensibilidad del modelo a cada factor. De ese modo ordena mediante un ranking los factores en base a su importancia y perfil de riesgo (Borgonovo, E., et al., 2006).

6.2.2. USO DEL ANÁLISIS DE SENSIBILIDAD

El análisis de sensibilidad puede realizarse valorando el impacto de una única variable (ejemplo, los costes de inversión aumentan un 20%) o valorando el impacto de varias variables de forma conjunta (ejemplo, aumento de un 20% de los costes de inversión y una disminución de la demanda de un 20%). El análisis de sensibilidad es útil para evaluar la solidez financiera del proyecto ante cambios adversos de diferentes variables.

En la siguiente tabla se muestra como ejemplo el análisis de sensibilidad del ratio de cobertura del servicio de la deuda de un proyecto ante cambios de diferentes variables. Para analizar la solidez del Ratio de Cobertura del Servicio de la Deuda y comparar los resultados de las diferentes variables, se han variado todas las variables un 20% en el sentido adverso a los resultados del proyecto (ejemplo, un 20% menos de demanda de la inicialmente prevista o un 20% más de inversión al inicialmente previsto). En el Caso Base el valor del RCSD es 1,52.

Tabla 23. Ejemplo de Análisis de Sensibilidad RCSD de un Proyecto

Sensibilidades	Variación	RCSD	RCSD Variación
Sensibilidad a la Demanda	80%	1,41	-0,11
Sensibilidad a los Ingresos	80%	1,21	-0,31
Sensibilidad a los Costes de Operación	120%	1,44	-0,08
Sensibilidad a la Inversión	120%	1,43	-0,09
Sensibilidad al Tipo de Interés	120%	1,42	-0,10
Sensibilidad a las Tasas de Inflación	80%	1,48	-0,04

Fuente: Elaboración propia

6.3. ESCENARIOS

6.3.1. INTRODUCCIÓN

En los proyectos de infraestructuras es habitual la realización de diferentes escenarios sobre las variables más relevantes del proyecto. El análisis de escenarios se diferencia del análisis de sensibilidad en que las variaciones de una variable no tienen por qué ser proporcionales, y en que se puede analizar el impacto de varias variables (o escenarios) a la vez.

Los escenarios pueden mejorar la evaluación de proyectos indicando las diferentes alternativas de lo que puede suceder (Piyatrapoomi, N., y Kumar, A., 2003).

Para la generación de los escenarios se pueden combinar diferentes técnicas como el análisis multi-criterio que pondera las diferentes variables que conforman los escenarios (Schroeder, M.J., y Lambert, J.H., 2011), o enfoques cualitativos y analíticos (Torres, A. y Salinas, E., 2014). También se pueden combinar los escenarios con diferentes técnicas cuantitativas como árboles multi-factores obteniendo intervalos estocásticos de valoraciones en vez de valores determinísticos (Consiglio, A., et al., 2014).

El análisis de escenarios de un modelo se puede realizar de forma individual sobre una variable o bien de forma conjunta sobre un grupo de variables.

6.3.2. ESCENARIOS INDIVIDUALES DE VARIABLES

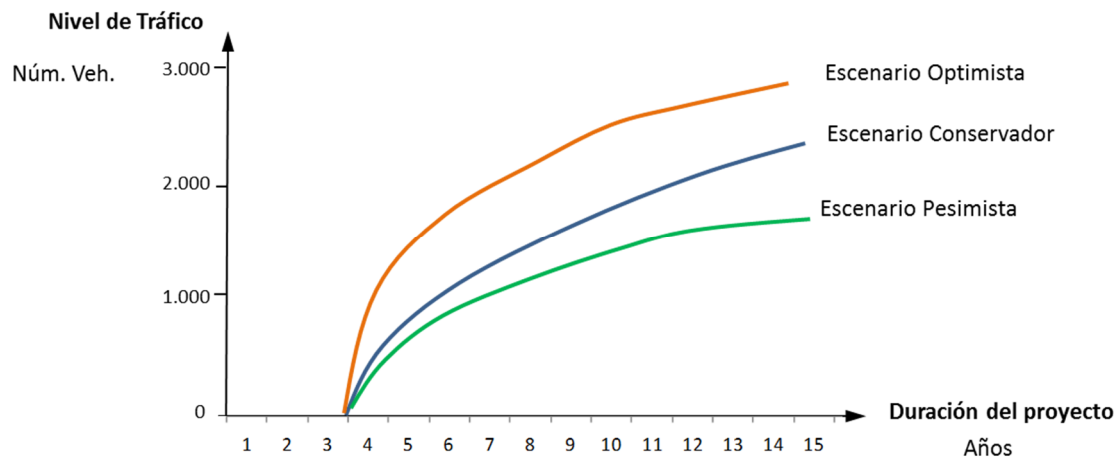
Un escenario es una descripción plausible, coherente e internamente consistente que proveen visiones alternativas de las condiciones futuras (Carter, T.R. y La Rovere, E.L., 2001).

Es habitual en los modelos financieros de infraestructuras la realización de diferentes escenarios sobre determinadas variables.

Por ejemplo, en las estimaciones de demanda se suelen realizar tres escenarios de niveles de demanda: un escenario conservador o base, un escenario optimista y un escenario pesimista. A diferencia del análisis de sensibilidad no tiene por qué haber una proporción constante entre los distintos escenarios de demanda.

En la siguiente figura se muestra como ejemplo los tres escenarios de tráfico de una autopista al partir del tercer año de concesión tras finalizar el período de construcción:

Figura 29. Escenarios de tráfico de una Autopista de Peaje



Fuente: Elaboración propia

Como se puede observar la diferencia entre los tres escenarios de tráfico no guarda una proporción constante, incrementándose la diferencia entre escenarios conforme avanza el período de concesión. Eso es debido, a que por ejemplo en el escenario optimista se hayan considerado unas tasas de crecimiento anuales superiores que en el caso pesimista, con lo que la diferencia entre ambos escenarios de tráfico aumenta con el tiempo.

Otros escenarios que se suelen emplear son diferentes escenarios sobre el volumen de inversión (ejemplo, niveles de inversión según niveles de demanda), el nivel de tarifas o sobre cualquier otra variable sobre la que haya un alto grado de incertidumbre y que se considere tenga un impacto relevante sobre el proyecto.

6.3.3. ANÁLISIS DE UN CONJUNTO DE ESCENARIOS

Es habitual realizar análisis de un conjunto de variables o escenarios para ver su impacto en las proyecciones financieras.

El análisis conjunto consiste en modificar de manera congruente varias variables a la vez, para identificar el movimiento producido en los flujos de caja del proyecto. Por ejemplo, analizar la variación conjunta de un incremento de la inversión y de un aumento de los costes de explotación (que es un escenario lógico considerando un mayor coste de mantenimiento debido al mayor volumen de inversión)

O bien variar conjuntamente escenarios de diferentes variables como sería analizar el impacto conjunto del escenario de tráfico optimista con el escenario de inversión alto (a mayores niveles de tráfico es lógico que haya también mayores niveles de inversión).

6.4. FUNCIONES DE DISTRIBUCIÓN DE PROBABILIDAD

6.4.1. INTRODUCCIÓN

En la evaluación de inversiones con riesgo resulta habitualmente difícil especificar las probabilidades de los futuros flujos de caja, especialmente de aquellos flujos de caja con un fuerte componente aleatorio como son el nivel de tráfico, la evolución de la inflación y los tipos de cambio, las tasas de interés variables, las tarifas, el volumen de inversión o los costes de explotación.

Hay numerosos estudios que muestran la inexactitud de las estimaciones de demanda y de otras variables como el coste de inversión, en la evaluación de los proyectos de infraestructuras (Nicolaisen, M.S., 2012), y que proponen diferentes medidas para evitar errores que pueden distorsionar los resultados (González, M., et al., 2010).

Estudios como el de Flyvbjerg, B., et al. (2005) muestran que no todas las inexactitudes en las estimaciones de la demanda de los proyectos de infraestructuras se deben a la incertidumbre intrínseca del proyecto y a la dificultad de realizar estimaciones, sino que parte de los errores en las estimaciones de demanda se deben a factores de influencia política. De modo que por ejemplo, en 9 de cada 10 proyectos de ferrocarril la demanda es sobreestimada (con un promedio del 106%), y en la mitad de los proyectos de carreteras la diferencia entre la demanda estimada y real es $\pm 20\%$.

6.4.2. ESTIMACIÓN DE FUNCIONES DE DISTRIBUCIÓN DE PROBABILIDAD

Debido a la dificultad de contrastar el comportamiento aleatorio de cada variable para lo que se requiere un tiempo, laboriosos cálculos y un nivel de información que normalmente no se tiene, es muy frecuente que en la práctica se admitan distribuciones de probabilidad de las variables que determinan los flujos de caja sin hacer pruebas de adherencia.

La práctica más habitual es utilizar funciones de distribución de probabilidad adaptadas al tipo de variable:

- En el caso de algunas variables de carácter macroeconómico como los tipos de cambio o las tasas de inflación, existen numerosos estudios empíricos que analizan las funciones de distribución de probabilidad más adecuadas.
- En el caso de las proyecciones de tráfico de modos de transporte terrestre existen numerosos programas como *Maptitude* o TransCAD que en base a la introducción de inputs por especialistas de tráfico (informaciones estadísticas, tomas de datos in situ como conteos y encuestas, tiempos de viaje, costes por viaje, ...), son capaces de proporcionar estimaciones de demanda futuras mediante algoritmos.

Para las proyecciones de tráfico aéreo y marítimo existen diversos modelos basados en variables macroeconómicas que relacionan el tráfico futuro con las proyecciones sobre actividad económica, comercio internacional o el nivel de competencia intermodal. Estas proyecciones suelen ser realizadas por consultoras especializadas en tráfico marítimo o aéreo.

- Para otro tipo de variables como los sobrecostes de construcción, las tarifas o los costes de explotación, se emplean frecuentemente distribuciones de probabilidad de uso común en el sector.

Las funciones de distribución de probabilidad son la base para estimar el comportamiento aleatorio de cualquier variable.

En un modelo financiero se analizan los inputs del modelo para evaluar el comportamiento aleatorio de las diferentes variables, como por ejemplo:

- Hay variables del modelo que pueden tener un comportamiento determinístico. Por ejemplo el coste de inversión en un contrato llave en mano es un valor fijo. En ese caso el valor de la construcción para la sociedad concesionaria no depende de ninguna función de distribución de probabilidad.
- En otros casos la evolución de una variable viene explicada por el comportamiento de otra variable. La evolución de las tarifas en las autopistas de peaje en España ha tenido históricamente un comportamiento prefijado por el contrato de concesión dependiendo la evolución de las tarifas únicamente de la evolución de la tasa de inflación. En el caso portuario donde los contratos comerciales con las navieras son muy importantes, la evolución de las tarifas ha tenido un comportamiento distinto a la evolución de la inflación.
- Hay otras variables como el tráfico que tienen un fuerte componente aleatorio. Por lo que en el modelo financiero se introducen diferentes escenarios o una función de probabilidad (como puede ser una distribución beta en base a los valores de los escenarios estimados). Lo mismo sucede con variables macroeconómicas como las tasas de interés, las tasas de tipo de cambio o las tasas de inflación.

Una vez obtenidas las funciones de distribución de probabilidad de los principales inputs del modelo, el siguiente paso es obtener las funciones de distribución de probabilidad de los principales outputs del modelo como las tasas de rentabilidad y el VAN de los flujos de caja o los ratios de cobertura de la deuda. En base a las funciones de distribución de probabilidad se pueden emplear modelos estocásticos para la realización de simulaciones (Nelson, B.L., 2010). Para ello, se suele emplear el Método de Montecarlo que se explica en el siguiente apartado.

6.5. MONTECARLO

6.5.1. INTRODUCCIÓN

El Método de Montecarlo es un método no determinista, que abarca una colección de técnicas que permiten obtener soluciones de problemas matemáticos o físicos por medio de pruebas aleatorias repetidas.

La invención del método de Montecarlo se asigna a John von Neumann y Stanislaw Ulam en 1946. El método se llamó así en referencia al Casino de Montecarlo por ser la capital del juego de azar, al ser la ruleta un generador simple de números aleatorios.

En la práctica, para el Método de Montecarlo se emplean cálculos computacionales mediante los denominados números pseudoaleatorios, que son números obtenidos a partir de un número denominado semilla, y la aplicación reiterada de una fórmula, obteniéndose una secuencia $\{x_0, x_1, x_2, \dots, x_n\}$ de números que imitan los valores de una variable uniformemente distribuida en el intervalo $[0, 1)$. Para ello se emplean diferentes algoritmos generadores de valores pseudoaleatorios.

El método de Montecarlo tiene un error absoluto $\left(\frac{1}{\sqrt{n}}\right)$ que decrece según el número de iteraciones en virtud del teorema del límite central. En el uso del método de Montecarlo en modelos financieros es práctica habitual el empleo de 10.000 iteraciones. Para el empleo de Montecarlo se puede utilizar las funciones de la propia hoja Excel o programas específicos como *Crystall Ball*, *@RISK* o *Risk Solver*. Estos programas funcionan sobre la propia hoja de cálculo de Excel.

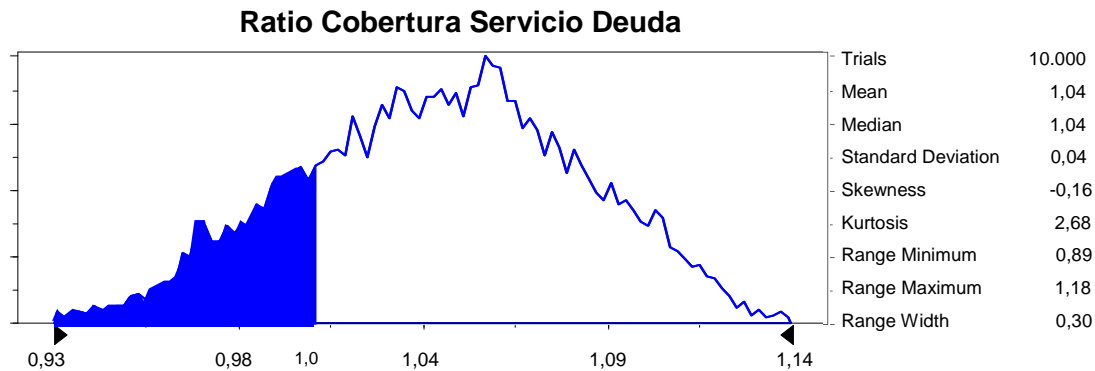
El Método de Montecarlo se puede emplear para cualquier función o funciones de distribución de probabilidad, estimando mediante repetidas iteraciones generadas aleatoriamente valores de esa función de distribución de probabilidad.

6.5.2. USO DE MONTECARLO EN PROYECTOS DE INFRAESTRUCTURAS

En proyectos de infraestructuras el Método de Montecarlo se emplea en estimaciones de rentabilidad de infraestructuras (Salling, K. B. y Leleur, S., 2015), gestión de riesgos y optimización (Brandimarte, P., 2014), evaluación de proyectos y dependencias entre sub-proyectos (Bock, K., y Trück, S., 2011).

Por ejemplo, en el caso de proyectos de infraestructuras puede haber inputs que tengan diferentes funciones de distribución de probabilidad como por ejemplo para el tráfico y las tasas de inflación. En base a esas funciones de distribución de probabilidad, el Método de Montecarlo genera iteraciones repetidas que a su vez generan funciones de distribución de probabilidad de los principales resultados del modelo como pueden ser la TIR de los Flujos de Caja de los Accionistas o el Ratio de Cobertura del Servicio de la deuda.

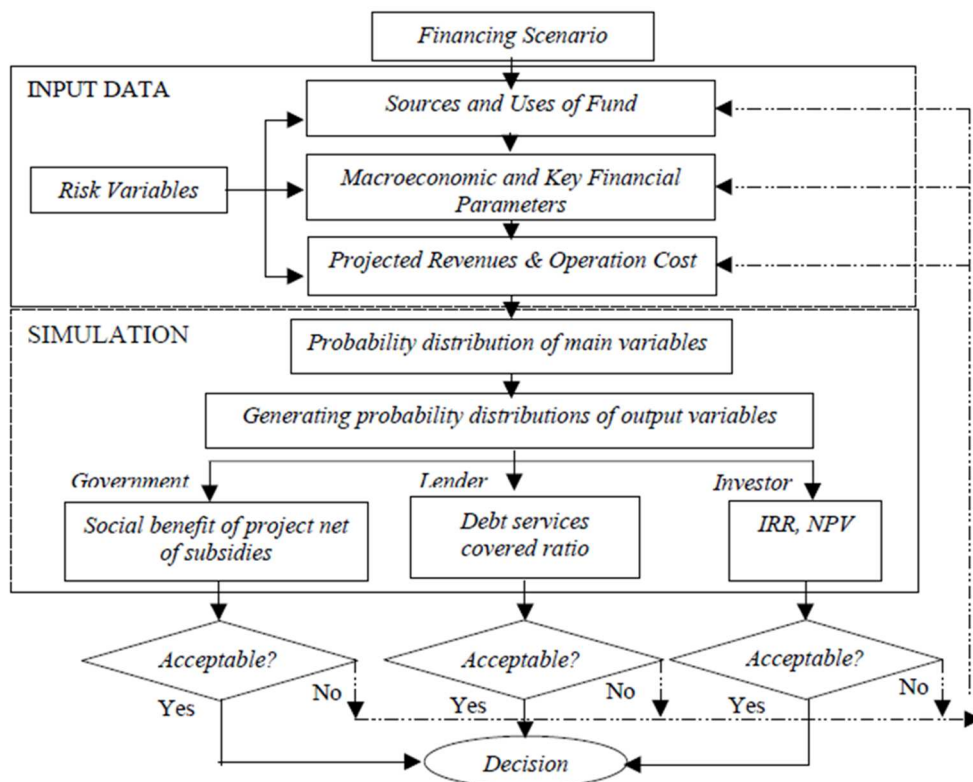
Figura 30. Función probabilidad Ratio Cobertura Servicio Deuda



Fuente: Elaboración propia

Existen también programas específicos como INFRISK que emplean el método de Montecarlo para evaluar el nivel de riesgo de los principales contratantes (promotores de proyectos, acreedores y gobiernos) para proyectos de infraestructuras. Como se muestra en la siguiente figura:

Figura 31. Diagrama de INFRISK



Fuente: INFRISK

6.6. NIVEL DE RIESGO TASAS DE RENTABILIDAD

La medición del nivel de riesgo de cualquier medida de rentabilidad se puede realizar por diversos métodos, siendo los más comunes:

- **Análisis de Sensibilidad:** Este método es el que por su sencillez de uso es más utilizado. El análisis de sensibilidad consiste en modificar una de las variables del proyecto (o de forma conjunta varias variables) mientras las demás se mantienen constantes, para valorar el impacto que tiene un cambio de esa variable en los flujos de caja del proyecto y de los accionistas. El análisis de sensibilidad sirve para evaluar la solidez financiera del proyecto ante cambios adversos de diferentes variables.

En la siguiente tabla se muestra como ejemplo el análisis de sensibilidad de un proyecto ante cambios de diferentes variables. Para analizar la solidez del proyecto y comparar los resultados de las diferentes variables, se han variado todas las variables un 20% en el sentido adverso a los resultados del proyecto (ejemplo, un 20% menos de demanda de la inicialmente prevista o un 20% más de inversión al inicialmente previsto). Los resultados obtenidos sobre el VAN y el TIR de los Flujos de Caja de los Accionistas se muestran en la siguiente tabla:

Tabla 24. Ejemplo de Análisis de Sensibilidad VAN y TIR de un Proyecto

Sensibilidades	Variación	TIR	VAN	TIR Variación
Sensibilidad a la Demanda	80%	10,69%	-15.621.554	-1,31%
Sensibilidad a los Ingresos	80%	7,98%	-41.077.783	-4,02%
Sensibilidad a los Costes de Operación	120%	11,16%	-10.240.167	-0,84%
Sensibilidad a la Inversión	120%	9,67%	-31.446.148	-2,33%
Sensibilidad al Tipo de Interés	120%	11,60%	-4.980.418	-0,40%
Sensibilidad a las Tasas de Inflación	80%	11,35%	-7.864.422	-0,65%
Sensibilidad al Plazo de Construcción	120%	11,60%	-4.891.801	-0,40%
Sensibilidad a las Tasas de Descuento	120%	12,00%	-24.278.103	0,00%

Fuente: Elaboración propia

En el Caso Base la TIR del Flujo de Caja de los Accionistas es del 12% y el VAN descontado a una tasa K_e del 12% es cero. La variación de las diferentes variables impactan negativamente en la TIR y el VAN de los Accionistas.

Como se puede observar de los resultados de la tabla, la variable que tiene mayor impacto en la rentabilidad de los accionistas es la disminución de los ingresos, seguido del importe de la inversión y del nivel de demanda. El Análisis de Sensibilidad es una medida empleada muy frecuentemente para evaluar el nivel de riesgo de la rentabilidad del proyecto o de los accionistas.

- **Análisis de Escenarios:** Otro método empleado frecuentemente para medir el nivel de riesgo de la rentabilidad de un proyecto es el uso de escenarios. El análisis de escenarios se diferencia del análisis de sensibilidad en que las variaciones de una variable no tienen por qué ser proporcionales, y en que se puede analizar el impacto de varias variables (o escenarios) a la vez. Habitualmente los modelos financieros, incorporan además del Caso Base que suele ser un escenario intermedio, un escenario pesimista y un escenario optimista.

En la siguiente tabla se muestra como ejemplo el análisis de escenarios de un proyecto considerando tres escenarios: base, pesimista y optimista. Los resultados obtenidos sobre el VAN y el TIR de los Flujos de Caja de los Accionistas se muestran en la siguiente tabla:

Tabla 25. Ejemplo de Análisis de Escenarios de un Proyecto

Escenarios	TIR	VAN	TIR Variación
Caso Base	12,00%	0	0,00%
Caso Pesimista	7,38%	-51.063.613	-4,62%
Caso Optimista	14,32%	42.640.237	+2,32%

Fuente: Elaboración propia

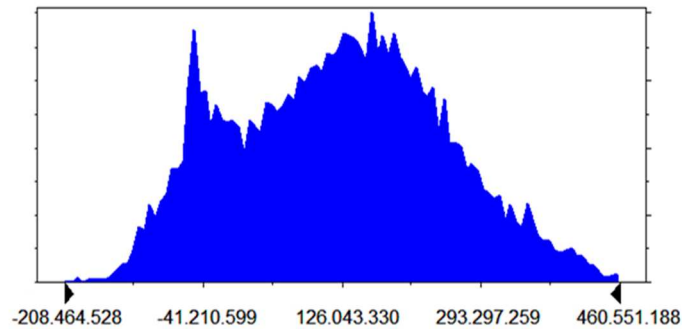
Como se puede observar de los resultados de la tabla, en el caso pesimista la rentabilidad obtenida por los accionistas es inferior al coste del capital K_e , con lo que el VAN de los accionistas es negativo. El Análisis de Escenarios se emplea frecuentemente para evaluar el nivel de riesgo de la rentabilidad del proyecto o de los accionistas.

- **Funciones de Distribución de probabilidad y Simulaciones con Montecarlo:** En la mayoría de proyectos de infraestructuras las proyecciones financieras no incluyen funciones de distribución de probabilidad. Esta limitación se debe fundamentalmente a la dificultad de obtener funciones de distribución de probabilidad de las variables principales del proyecto (como por ejemplo, nivel de demanda, volumen de inversión, tarifas, o costes de operación).

En los proyectos en que se cuentan con funciones de distribución de probabilidad (por ejemplo, de los niveles de tráfico, de las tasas de inflación, o de las tarifas) se pueden obtener como resultado funciones de distribución de probabilidad de las principales medidas de rentabilidad (ejemplo, la TIR de los accionistas) empleando por ejemplo simulaciones de Montecarlo.

Como ejemplo, en la siguiente figura se muestra de forma gráfica como varía el VAN de los flujos de caja de accionistas mediante el uso de funciones de distribución de probabilidad y empleando simulaciones de Montecarlo.

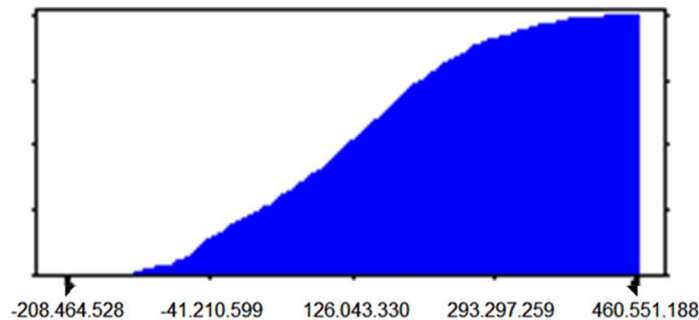
Figura 32. Función de distribución de probabilidad VAN Accionistas



Fuente: Elaboración propia

A mayor frecuencia de valores situados a la izquierda de la tabla mayor es el nivel de riesgo de los accionistas. Es también habitual presentar la función de distribución acumulada de probabilidad.

Figura 33. Función de distribución de probabilidad Acumulada VAN Accionistas



Fuente: Elaboración propia

Otra forma de representar los resultados del VAN de los Accionistas es mediante el uso de percentiles, tal como se muestra en la siguiente tabla:

Tabla 26. Percentiles VAN Accionistas

Percentil	VAN Accionistas (EUR)
0%	-211.088.207
10%	-50.833.047
20%	-4.544.426
30%	46.631.985
40%	89.772.193
50%	126.334.374
60%	160.337.793
70%	194.435.547
80%	233.569.500
90%	290.353.421
100%	528.580.740

Fuente: Elaboración propia

6.7. REVISIÓN LITERATURA MÉTODOS DE PROYECCIÓN FINANCIERA

En la siguiente tabla se muestra una revisión de la literatura reciente junto con otros trabajos relevantes, sobre métodos de proyección financiera, que analizan diversos aspectos como: exactitud de las proyecciones de demanda y costes de inversión (Salling, K. B. y Leleur, S., 2015; Nicolaisen, M.S., 2012; González, M., Matas, A., y Raymond, J.L., 2010; y Flyvbjerg, B., Skamris, M.K., y Buhl, S.L., 2005), análisis de sensibilidad (Bagui, S. y Ghosh, A., 2011; Borgonovo, E., Gatti, S., y Peccati, L., 2010; Saltelli, A., Chan, K., y Scott, E. M. 2009; Borgonovo, E. y Peccati, L., 2006; y Jovanovic, P., 1999), análisis de escenarios (Kumar, K. S., y Kannaiah, D., 2014; Consiglio, A., Carollo, A. y Zenios, S.A., 2014; Schroeder, M.J., y Lambert, J.H., 2011; Piyatrapoomi, N., y Kumar, A., 2003; Carter, T.R. y La Rovere, E.L., 2001; y Torres, A. y Salinas, E., 2014), simulación con Montecarlo (Brandimarte, P., 2014; Bock, K., y Trück, S., 2011; y Kwak, Y.K., y Ingall, L., 2007), correlaciones entre préstamos y flujos de caja (Dahl, D., 2011), y modelos estocásticos (Nelson, B.L., 2010).

Tabla 27. Revisión Literatura Métodos de Proyección Financiera

Autores	Contenido de los Estudios
<p>Salling, K. B. & Leleur, S. (2015) “Accounting for the inaccuracies in demand forecasts and construction cost estimations in transport project evaluation”</p>	<p>Objetivos y Metodología: El estudio analiza si realmente en las evaluaciones <i>ex-ante</i> de proyectos de transporte, las proyecciones realizadas son inexactas (siendo los costes de construcción subestimados y la demanda sobreestimada) distorsionando la evaluación de proyectos. Para ello el estudio desarrolla un modelo UNITE-DSS que contiene un análisis socio-económico, información de base de datos del período 2009-2013 (UNITE project database) y una simulación del riesgo con Montecarlo.</p> <p>Resultados y Aportaciones: El estudio realiza un análisis cuantitativo del riesgo empleando la simulación de Montecarlo que transforma el análisis coste-beneficio convencional con ratios coste-beneficio determinísticos, en resultados con intervalos estocásticos. Empleando la base de datos UNITE-DSS el modelo analiza si los costes de construcción y demanda estimados son inexactos, con el fin de comprobar si los análisis coste-beneficio (CBA) de proyectos son robustos.</p>
<p>Kumar, K. S., & Kannaiah, D. (2014) “A study on sensitivity analysis of scenarios”</p>	<p>Objetivos y Metodología: El estudio analiza las desventajas del análisis de sensibilidad (cambios de variables aisladas e ignora la interacción entre variables) y como alternativa propone el análisis de escenarios donde se cambia un número de variables simultáneamente para proveer un particular caso o escenario.</p> <p>Resultados y Aportaciones: El estudio concluye que aunque el análisis de escenarios pueda solventar las dos desventajas del análisis de sensibilidad, el análisis de escenarios no es tan eficiente en identificar escenarios altamente sensibles.</p>

<p>Consiglio, A., Carollo, A. & Zenios, S.A. (2014) “Generating multi-factor arbitrage-free scenario trees with global optimization”</p>	<p>Objetivos y Metodología: El estudio analiza la problemática de la restricción de no arbitraje en la valoración de activos financieros. El estudio desarrolla un modelo para generar escenarios con árboles multi-factores que satisfacen la restricción de no arbitraje como un problema de optimización global.</p> <p>Resultados y Aportaciones: El estudio presenta un modelo mediante la generación de árboles estocásticos que es no convexo y que puede crecer significativamente incluso para un reducido número de activos y escenarios. Las aplicaciones del modelo incluyen la valoración de opciones europeas en mercados completos e incompletos.</p>
<p>Brandimarte, P. (2014) “Handbook in Montecarlo Simulation. Applications in Financial Engineering, Risk Management, and Economics”</p>	<p>Objetivos y Metodología: El estudio analiza la aplicación del método de Montecarlo en ingeniería financiera y economía, incluyendo análisis de inputs, modelización, estimación, generación de variables aleatorias, análisis de resultados y reducción de varianzas.</p> <p>Resultados y Aportaciones: El estudio aporta aplicaciones del uso de Montecarlo desde valoración de opciones, gestión de riesgos y optimización. Describe metodologías avanzadas de simulaciones con Montecarlo tales como secuencias de baja-discrepancia, optimización estocástica, programación dinámica, o medidas de riesgo.</p>
<p>Torres, A. & Salinas, E. (2014) “Dynamic scenarios in finance and management, looking to 2024”</p>	<p>Objetivos y Metodología: El objetivo del estudio es analizar escenarios en 2024 de las habilidades de los profesionales de finanzas y gestión. La metodología aplicada utiliza un enfoque cualitativo con un diseño analítico.</p> <p>Resultados y Aportaciones: Los resultados del estudio indican que las habilidades actuales de gestión son estáticas y que el perfil de los expertos financieros y de gestión en 2024 muestra cambios significativos, debiendo los profesionales en finanzas y gestión desarrollar nuevas habilidades en un entorno de mayor complejidad, control y automatización.</p>
<p>Nicolaisen, M.S. (2012) “Forecasts: Fact or Fiction? Uncertainty and Inaccuracy in Transport Project Evaluation”</p>	<p>Objetivos y Metodología: El estudio analiza la exactitud de las proyecciones empleadas en la evaluación de proyectos de infraestructuras. El estudio observa que las inexactitudes en las estimaciones son a menudo ignoradas por los decisores en el proceso de evaluación de proyectos.</p> <p>Resultados y Aportaciones: El estudio propone tres enfoques para mejora la validez y confiabilidad de las evaluaciones de proyectos: 1) mejorar la transparencia en la documentación durante el proceso de decisión lo que facilitaría el escrutinio crítico del proyecto, 2) establecer un programa de evaluación <i>ex-post</i>, lo que permitiría mejorar el aprendizaje de experiencias pasadas y conformar bases de datos de proyectos, y 3) enfocar los modelos de las fases iniciales en ser más pedagógicos, ya que en esas fases el nivel de incertidumbre es muy alto.</p>
<p>Bock, K., & Trück, S. (2011)</p>	<p>Objetivos y Metodología: El estudio analiza las técnicas de evaluación de proyectos de infraestructuras, incluyendo análisis</p>

<p>“Assessing Uncertainty and Risk in Public Sector Investment Projects”</p>	<p>de riesgos y dependencias entre sub-proyectos, identificando los beneficios y debilidades de cada técnica. Examina también la aplicación práctica de las diferentes técnicas por el sector público.</p> <p>Resultados y Aportaciones: El estudio observa que el sector público emplea de forma escasa técnicas cuantitativas de evaluación de proyectos como la simulación de Montecarlo. Y recomienda que el sector público haga un mayor uso práctico de técnicas cuantitativas para la evaluación financiera y económica de proyectos.</p>
<p>Dahl, D. (2011) “Coincident correlations of growth and cash flow in banking”</p>	<p>Objetivos y Metodología: El estudio analiza las pruebas empíricas de que el crecimiento de préstamos de las entidades financieras están positivamente relacionadas con el flujo de caja. Para ello emplea una muestra de 171.389 préstamos entre 1986-2007.</p> <p>Resultados y Aportaciones: El estudio concluye que las relaciones de causalidad es más consistente del crecimiento de los préstamos al flujo de caja que del flujo de caja al crecimiento. Lo que es consistente con los estudios de Houston y James, y Campello sobre las sensibilidades al flujo de caja en las instituciones financieras.</p>
<p>Bagui, S. & Ghosh, A. (2011) “Risk Analysis for a BOT Project”</p>	<p>Objetivos y Metodología: El estudio analiza como riesgos principales de un proyecto el coste del proyecto y el riesgo de los ingresos. El estudio emplea el análisis de sensibilidad ($\pm 20\%$ demanda y coste total conjuntamente con variaciones del capital entre 10% y 90%) para determinar la incertidumbre sobre la rentabilidad financiera del proyecto.</p> <p>Resultados y Aportaciones: El estudio observa que la sensibilidad del tráfico y coste es lineal pero no así con el porcentaje de capital. El estudio concluye para el caso del BOT de una carretera que el máximo riesgo del proyecto en términos de VAN se da cuando el porcentaje de capital es del 30% (la probabilidad de $VAN < 0$ aumenta cuando el porcentaje de capital aumenta hasta el 30% y va disminuyendo con porcentajes superiores al 30%).</p>
<p>Schroeder, M.J., & Lambert, J.H. (2011) “Scenario-based multiple criteria analysis for infrastructure policy impacts and planning”</p>	<p>Objetivos y Metodología: El estudio desarrolla una metodología para la planificación de infraestructuras basados en escenarios mediante el análisis multi-criterio. La metodología empleada para la generación de escenarios es mediante encuestas a Metropolitan Planning Organizations.</p> <p>Resultados y Aportaciones: El estudio demuestra el uso de la metodología aplicándolo en cuatro regiones de Virginia (USA) utilizando escenarios emergentes para reponderar variables múltiples con un uso eficiente de información de encuestas y expertos.</p>
<p>Borgonovo, E., Gatti, S., & Peccati, L. (2010) “What drives value creation in investment projects? An application of</p>	<p>Objetivos y Metodología: El estudio emplea un caso real de un modelo financiero con 428 inputs de un aparcamiento financiado mediante Project Finance. El estudio mide el impacto diferencial de cambios en los inputs del modelo de una forma sistemática a través de un algoritmo del que se deriva la sensibilidad del modelo a cada factor, y agrupa los inputs en categorías, utilizando</p>

sensitivity analysis to project finance transactions"	<p>la propiedad de la adicción, para ver la sensibilidad del modelo a una variación conjunta.</p> <p>Resultados y Aportaciones: El estudio observa que los mayores problemas de los modelos complejos es manejar un gran número de inputs y la necesidad de evaluar la sensibilidad mediante grupos de factores. Los resultados del estudio muestran que los resultados de promotores y prestamistas (reflejados en el VAN y el Ratio de Cobertura) se ven afectados por factores exógenos (tanto individualmente como en grupo) de diferente manera.</p>
González, M., Matas, A., & Raymond, J.L. (2010) "La predicción de la demanda en evaluación de proyectos"	<p>Objetivos y Metodología: El estudio analiza varios aspectos relevantes relacionados con la predicción de la demanda a largo plazo. En primer lugar, el estudio revisa los principales aspectos que la predicción de la demanda debe tomar en consideración para evitar errores que pueden distorsionar los resultados, y a continuación, analiza las ventajas e inconvenientes de los modelos de demanda a efectos de predicción a largo plazo y a la elección modal.</p> <p>Resultados y Aportaciones: El estudio caracteriza los errores de predicción de la demanda, y presenta como ejemplo ilustrativo el impacto de la incertidumbre en la predicción a largo plazo de una autopista de peaje. Y evalúa los modelos de predicción de la demanda aplicados en España.</p>
Nelson, B.L. (2010) "Stochastic Modeling: Analysis and Simulation"	<p>Objetivos y Metodología: El estudio presenta las técnicas para elaborar modelos dinámicos estocásticos para la realización de simulaciones. Emplea diversas ecuaciones matemáticas como Poisson, cadenas de Markov en tiempo continuo y discreto, procesos semi-Markov y procesos de cola.</p> <p>Resultados y Aportaciones: El estudio presenta casos ilustrativos de simulaciones con formulación de modelos estocásticos, determinación de los parámetros del modelo, y análisis e interpretación de resultados.</p>
Saltelli, A., Chan, K., & Scott, E. M. (2009) "Sensitivity Analysis"	<p>Objetivos y Metodología: El estudio analiza diversas metodologías para el análisis de sensibilidad y muestra su uso en la investigación en diversos campos (bioestadística, economía, impacto ambiental o ingeniería). Describe los principios del análisis de sensibilidad y presenta métodos empleados para diferentes tipos de problemas.</p> <p>Resultados y Aportaciones: El estudio detalla diversas estrategias para el análisis de sensibilidad aplicado a casos reales, revisando toda la literatura reciente e ilustrando la aplicación de los conceptos con numerosos ejemplos. Resulta una guía útil para la realización de análisis de sensibilidad en diversos campos como la economía o ingeniería.</p>
Kwak, Y.K., & Ingall, L. (2007) "Exploring Montecarlo Simulation on	<p>Objetivos y Metodología: El estudio es un trabajo conceptual que analiza las aplicaciones de la simulación de Montecarlo para la gestión de los riesgos e incertidumbres de proyectos. Las ventajas de Montecarlo son usar datos cuantitativos que permiten mejorar la gestión del riesgo.</p>

applications for Project Management”	Resultados y Aportaciones: El estudio concluye que la simulación de Montecarlo puede cuantificar de una forma sencilla los riesgos y la incertidumbre sobre el calendario y presupuesto del proyecto, proporcionando a los gestores del proyecto un indicador estadístico sobre posibles variaciones de la fecha de terminación o del presupuesto.
Borgonovo, E. & Peccati, L. (2006) “The Importance of Assumptions in Investment Evaluation”	<p>Objetivos y Metodología: El estudio propone un nuevo método para estimar la importancia de las asunciones en la evaluación de inversiones. Para ello propone utilizar la metodología “differential importance measure” (DIM). El estudio muestra los resultados de la metodología DIM aplicado a un proyecto de energía.</p> <p>Resultados y Aportaciones: El estudio analiza la vinculación entre la importancia de un parámetro y el riesgo asociado con ese parámetro, aplicado a la valoración de un proyecto de energía. Aplicando la metodología DIM ordena mediante un ranking los factores en base a su importancia y perfil de riesgo, y analiza los grupos de asunciones. Los resultados muestran que las asunciones referentes a los ingresos son las más relevantes, seguidas de las tasas de descuento y costes de operación.</p>
Flyvbjerg, B., Skamris, M.K., & Buhl, S.L. (2005) “How (In)accurate Are Demand Forecasts in Public Works Projects?”	<p>Objetivos y Metodología: El estudio muestra los resultados de un análisis estadístico de las estimaciones de tráfico en proyectos de infraestructura de transporte. La muestra utilizada cubre 210 proyectos por un valor de 59.000 millones USD en 14 países.</p> <p>Resultados y Aportaciones: El estudio muestra con una elevada relevancia estadística que los expertos en proyecciones de demanda realizan estimaciones de tráfico muy inexactas en proyectos de infraestructuras de transporte. En 9 de cada 10 proyectos de ferrocarril la demanda es sobreestimada (con un promedio del 106%), en la mitad de los proyectos de carreteras la diferencia entre la demanda estimada y real es $\pm 20\%$. El estudio también muestra que las proyecciones de demanda no se han vuelto más exactas en los últimos 30 años. Entre las causas de la inexactitud de la demanda la principal razón en el caso del ferrocarril son de influencia política.</p>
Piyatrapoomi, N., & Kumar, A. (2003) “Framework for investment decision-making under risk and uncertainty for infrastructure asset management”	<p>Objetivos y Metodología: El estudio analiza las prácticas actuales en la evaluación y toma de decisiones de proyectos de infraestructuras. El estudio contrasta que muchos países utilizan escenarios para analizar los riesgos e incertidumbre en el desarrollo de proyectos de infraestructuras.</p> <p>Resultados y Aportaciones: El estudio observa que los riesgos e incertidumbres de muchos proyectos son consecuencia de varias fuentes de errores incluyendo recogida de información, modelización y errores de proyecciones, siendo los más relevantes los errores en proyecciones. Los escenarios pueden mejorar la evaluación de proyectos indicando las diferentes alternativas de lo que puede suceder.</p>

<p>Carter, T.R. & La Rovere, E.L. (2001) “Developing and Applying Scenarios”</p>	<p>Objetivos y Metodología: El estudio define como desarrollar y aplicar escenarios socioeconómicos y climáticos. Revisa las diferentes metodologías para el uso de escenarios, evalúa las fortalezas y debilidades de las diferentes metodologías, y analiza los aspectos clave en la aplicación de escenarios que debieran ser considerados en futuras evaluaciones.</p> <p>Resultados y Aportaciones: El estudio presenta una serie de recomendaciones para el desarrollo y aplicación de escenarios, como son: incluir las incertidumbres de los escenarios, representar cambios en la variabilidad y frecuencia de situaciones extremas, reconocer vínculos entre escenarios o mejorar la formación específica para el desarrollo de escenarios.</p>
<p>Jovanovic, P. (1999) “Application of sensitivity analysis in investment project evaluation under uncertainty and risk”</p>	<p>Objetivos y Metodología: El estudio analiza el proceso de toma de decisiones de inversiones en escenarios de incertidumbre y riesgo. Presenta diversos métodos para el análisis de inversiones como análisis de sensibilidad, <i>break-even</i>, análisis de escenarios o teoría de juegos y toma de decisiones.</p> <p>Resultados y Aportaciones: El estudio muestra de una forma práctica el uso del análisis de sensibilidad junto con otras técnicas, en la evaluación de proyectos de inversión en entornos con un nivel elevado de incertidumbre y riesgo.</p>

Fuente: Elaboración propia

7. ESTIMACIÓN NIVEL DE RIESGO PARA LOS PRESTAMISTAS

7.1. INTRODUCCIÓN

La misión de las entidades financieras es simplemente convertir depósitos captados con tasas de interés bajas, en créditos con tasas de interés más altas. Sin embargo, el retorno de este ciclo implica un alto riesgo potencial. Para reducir al mínimo este riesgo, varios modelos financieros son utilizados para evaluar el riesgo de crédito (Canbolat, M.A., y Gümrah A., 2015; Miller, M., y Szimba, E., 2013).

El riesgo de impago o *default* es la incertidumbre que rodea sobre la capacidad de una empresa de atender sus deudas y obligaciones. Antes de la fecha de impago, no hay ningún modo de discriminar inequívocamente entre las empresas que realizarán un impago y aquellas que no. En el mejor de los casos, solo se puede hacer una estimación probabilística sobre la probabilidad de impago. Como resultado, las empresas generalmente pagan una prima sobre el tipo de interés libre de riesgo que es proporcional a su probabilidad de impago para compensar a los prestamistas por esa incertidumbre (Crosbie, P. y Bohn, J., 2003). Aunque otros factores como la liquidez también influyen en la determinación del *spread* de los préstamos (Ericsson, J., y Reneby, J., 2006).

Diversos estudios indican que el riesgo de impago de los proyectos de infraestructuras están sujetos a diversos factores (Ben Ammar, S. y Eling A., 2013). Las infraestructuras afrontan diversos riesgos, incluido en algunos casos el riesgo de tiempo de cambio (Bartram, S.M., 2007). El riesgo de crédito y la estructura temporal de los *spreads* de un proyecto, están también relacionados con el plazo del vencimiento del préstamo (Sorge, M., 2004).

Factores externos pueden variar el perfil de riesgo de los proyectos de infraestructuras: como el *credit cnhancement* otorgado por las aseguradoras monolines a las emisiones de bonos proyecto (Zhang, Z.Y., et al., 2014), o las garantías otorgadas por las Administraciones Públicas a los proyectos de infraestructuras que buscan incentivar a los bancos a otorgar mayor financiación (Gong, D., 2014).

En este capítulo se analiza el riesgo de crédito en proyectos de Infraestructuras. Y se compara la utilización de dos metodologías para la medición del nivel de riesgo de crédito: el ratio de cobertura del servicio de la deuda empleado tradicionalmente por la metodología *Project Finance*, y el valor de los activos en comparación con la deuda empleado como medida del riesgo de crédito por la metodología KMV. Las dos metodologías - *Project Finance* y KMV - se aplicarán a un caso real (una terminal portuaria) aplicando el método de simulación de Montecarlo para obtener un intervalo estocástico en vez de un valor determinístico, con el fin de evaluar las semejanzas y diferencias en la estimación del riesgo de crédito que realizan ambas metodologías.

7.2. MODELOS DE RIESGO DE CRÉDITO

7.2.1. INTRODUCCIÓN

La aplicación de los modelos de riesgo de crédito se han desarrollado sobre todo dentro del ámbito del análisis de instrumentos financieros de deuda que cotizan en los mercados de valores (bonos, obligaciones, derivados de crédito,...).

En este apartado se realiza una revisión sobre el desarrollo de los principales modelos de riesgo de crédito:

Primeros Modelos de Riesgo de Crédito: modelos basados en ratios (valores contables)

Los primeros modelos de riesgo de crédito de carácter cuantitativo estaban basados en datos contables y no en valores de mercados. Beaver (1966) y Altman (1968) primeramente utilizaron técnicas estadísticas como el análisis discriminante o *discriminant analysis (DA)* para predecir las situaciones de impago.

El enfoque estadístico de Altman estaba basado en información fundamental de crédito y técnicas estadísticas para determinar la relación entre la probabilidad de impago de una empresa con variables contables, información de mercado, opiniones de crédito o *ratings*. Altman aplicó un análisis de múltiples variables, dando como resultado una medida estandarizada o *z-score* que se sigue utilizando hoy en día. Eidleman (1995), mostró que el modelo *z-score* desarrollado por Altman era capaz de predecir el 70% de los impagos de empresas.

Con el fin de superar las limitaciones inherentes al DA (como igual matriz de varianzas-covarianzas para las empresas con impago y no impago), fueron desarrollados modelos de regresión *logit* y *probit*. Una ventaja de estos modelos es la interpretación inmediata del resultado como una probabilidad de impago. Ohlson (1980) analizó una base de datos de empresas americanas durante el período 1970-1976 y estimó un modelo de regresión *logit* con nueve ratios financieros como regresores. Otros estudios como Lennox (1999) y Altman y Sabato (2007), mostraron la superioridad de los modelos *probit/logit* sobre el análisis discriminante para la predicción de impago.

A pesar de la difusión posterior de los modelos de precios basados en datos de mercado, los modelos *logit/probit* basados en datos contables siguieron utilizándose. Beaver (2005) analiza una base de datos de empresas americanas en el periodo 1962-2002 y muestra que los ratios financieros basados en balances mantienen todavía una capacidad de predicción, incluso aunque las variables de mercado tengan parcialmente en cuenta datos contables. Pederzoli y Torricelli (2010) desarrollaron un modelo *logit* basado en ratios financieros para predecir la capacidad de impago de PYMES italianas.

Segundos Modelos de Riesgo de Crédito: el análisis de créditos contingentes (valores de mercado)

El segundo tipo de modelos de riesgo de crédito están basados en el análisis de créditos contingentes (contingent claims analysis, CCA). El análisis de créditos contingentes es una generalización de la teoría de valoración de opciones desarrollada por Black y Scholes (1973) y Merton (1973 y 1974). El CCA se basa en la teoría de valoración de opciones aplicado al valor del capital y de la deuda.

El análisis de créditos contingentes dio lugar a los modelos estructurales de riesgo de crédito. Los modelos estructurales se denominan así porque emplean para evaluar el riesgo de impago la evolución de las variables estructurales de la empresa, tales como el valor de los activos y de la deuda. El valor de la deuda pendiente de pago, se obtiene como diferencia entre el valor de los activos de la empresa y el valor de las acciones.

El modelo de Merton (1974) es considerado el primer modelo estructural. Posteriormente dentro de la primera generación de modelos estructurales, le siguieron el modelo de Black y Cox (1976) y el modelo de Geske (1977).

- **Modelo de Merton**

El modelo de Merton (1974) se basa en el concepto de que el impago ocurre cuando el valor de los activos de la empresa es menor que el valor de la deuda. Conforme a las reglas de prioridad de pago, los accionistas tienen derechos residuales (*residual claimants*) sobre los activos de la empresa, ya que los prestamistas son pagados en primer lugar en caso de situación de impago.

Merton mostró que el valor del capital de una empresa podría considerarse como una opción europea de compra o *call* sobre la empresa con precio de ejercicio o *strike* igual al valor nominal de la deuda. De forma similar, el valor de la deuda es equivalente a un bono sin riesgo más una posición corta sobre una opción de venta *put* sobre los activos de la empresa. El valor de la *put* es determinado mediante la paridad *put-call*, representando el riesgo de crédito de la empresa.

En el modelo original de Merton, la única deuda de la empresa es una emisión única de cupón cero, con vencimiento en el período siguiente. La situación de impago sucede al vencimiento del bono, ya que es en ese período cuando los prestamistas pueden reclamar el pago de la deuda.

El modelo de Merton supone una serie de asunciones, comunes algunas al modelo de valoración de opciones de Black-Scholes, siendo las más importantes:

- El valor de los activos de la empresa es una variable aleatoria en el modelo, el cual sigue un proceso estocástico y se distribuye de forma lognormal.
- La volatilidad del valor de los activos de la empresa es constante.

- Los activos y las acciones son perfectamente líquidos y se negocian en mercados sin que existan costes de transacción.
 - Las acciones no pagan dividendos.
 - Las ventas en corto (*short selling*) de las acciones están permitidas.
 - El volumen emitido de deuda de la empresa es constante. Y solo hay un pago de la deuda al final del periodo (bono cupón cero).
 - Los tipos de interés son constantes.
 - El valor de la deuda más el valor del equity es igual al valor del mercado de los activos (conforme al modelo de Modigliani y Miller, 1958).
 - El orden de prelación de pagos es en primer lugar para los tenedores de deuda, y en segundo lugar para los accionistas.
 - Sólo existe un periodo en la vida de la empresa (1 año).
 - La situación de impago ocurre siempre al final del periodo (1 año) cuando el valor de los activos esté por debajo del valor de la deuda. No existe la posibilidad de que la empresa esté en situación de impago antes de que termine el periodo.
 - No existen costes de liquidación de la empresa en caso de impago.
-
- **Modelo de Black y Cox (opciones barrera)**

Black y Cox (1976) extendieron el modelo de Merton asumiendo que la situación de impago podría suceder en cualquier momento antes del vencimiento de la deuda. Conforme al modelo de Black y Cox la situación de impago ocurre tan pronto como el valor de los activos de la empresa cae por debajo de un cierto límite o *threshold*.

Tanto la opción *call* estándar de Merton (1974) como la compuesta de Geske (1977) son opciones *path-independent* puesto que los pagos que genera la opción sólo dependen del valor del subyacente en el vencimiento y no de su evolución. Como alternativa el modelo de Black y Cox (1976) es un modelo *first-passage*, basado en opciones barrera, que son *path-dependent*, ya que los pagos dependen de la trayectoria del valor del activo subyacente. Se denominan modelos *first-passage* porque la situación de impago sucede en la primera vez que el valor de los activos de la empresa alcanza la barrera del impago.

Black y Cox utilizan un modelo de *first passage*, extendiendo el enfoque de Merton al caso en que la empresa puede alcanzar un nivel de insolvencia en cualquier momento previo a la fecha de vencimiento de la deuda. De esta forma, en estos modelos el impago puede producirse no sólo en el vencimiento de la deuda si no también en cualquier momento anterior, si el valor de la empresa cae por debajo de un cierto nivel denominado barrera. La barrera es aquel nivel del valor de los activos por debajo del cual se hace difícil que la empresa pueda recuperarse, puesto que no le será posible encontrar fondos, ni propios ni ajenos.

Cox y Ross (1976) desarrollaron también un método de valoración de opciones en que los precios siguen un *jump process*, esto es, un tipo de proceso estocástico con movimientos discretos, llamados *jumps* o saltos, en vez de pequeños movimientos continuos.

- **Modelo de Geske (opciones compuestas)**

Geske (1977) extiende el modelo de Merton, considerando un pasivo exigible con múltiples vencimientos en el que el impago puede producirse en cualquiera de ellos, destacando su particularización para el caso de dos vencimientos.

En el modelo de Geske se considera que el valor de los activos de la empresa es una opción compuesta determinada por los montos y vencimientos de las deudas a corto y largo plazo de la empresa. En este marco los deudores tienen una opción compuesta donde la opción de impago del segundo cupón (deuda a largo plazo) existe sólo si la empresa no ha fallado el pago del primer cupón (deuda a corto plazo).

El modelo de Geske permite, por tanto, que las probabilidades de impago asociadas a cada uno de los bonos sean distintas, puesto que son deudas con vencimientos diferentes. El modelo de Geske tiene la limitación de que la situación de impago sólo puede ocurrir en los dos vencimientos considerados, cuando el valor de la empresa se sitúa por debajo de cada una de las deudas.

Terceros modelos de riesgo de crédito: los modelos reducidos

Los modelos reducidos se basan en el enfoque propuesto por Jarrow y Turnbull (1995) para la valoración de derivados. La idea básica de este enfoque es que asume dos estructuras de tipos de interés estocásticas exógenas – una estructura de tipos de interés libre de riesgo y la otra con un *spread* sobre la primera –, y la situación de impago es un proceso exógeno, independiente del valor de los activos subyacentes de la empresa. La estructura de tipos es usada para valorar instrumentos de crédito considerando la ausencia de oportunidades de arbitraje y usando una *martingale*.

Una extensión de este enfoque es el realizado por Jarrow, Lando y Turnbull (1997) en que determinan el proceso de impago como una cadena de Markov, cuyos parámetros son fácilmente estimables usando datos observables en el mercado. Jarrow, Lando y Turnbull amplían el análisis de incumplimiento/no incumplimiento a estados de calificación crediticia (lo que requiere un marco neutral al riesgo para modelizar las probabilidades de transición) y eliminan el supuesto de intensidades de incumplimiento constantes en el tiempo.

El riesgo de impago en los modelos estructurales se interpreta como una opción y se aplica la teoría de valoración de opciones para, a partir de la cotización y la volatilidad de las acciones, deducir el valor y la volatilidad de la empresa. La estructura de la deuda de la empresa y la definición del momento en que se puede producir el impago determinan el modelo de valoración de opciones que debe utilizarse.

Duffie y Singleton (1994, 1999) parametrizan las pérdidas en el momento del impago como una disminución del valor de mercado de los valores impagados (*defaultable securities*) al suceder el impago, y consideran las intensidades de incumplimiento un proceso estocástico de reversión a la media.

El modelo de Jarrow (2001) es una extensión del modelo de Jarrow y Turnbull (1995). Este modelo asume que el impago es una variable aleatoria; sin embargo las probabilidades de impago no lo son, sino que dependen de los tipos de interés y de una serie de variables que se distribuyen como una lognormal, las cuales se consideran como factores de riesgo.

Los modelos reducidos (*reduced form models*) no consideran de forma explícita una relación entre la situación de impago y el valor de la empresa; sino que el impago se produce por un proceso exógeno. Los parámetros que determinan la tasa de impago son inferidos de valores de mercado.

Mientras que en los modelos estructurales existe una relación entre la calidad del crédito y las condiciones económicas de una empresa, en los modelos reducidos la situación de impago no es determinada por el valor de la empresa sino por un proceso exógeno, mediante un modelo determinado por valores de mercado. De este modo, la situación de impago en los modelos estructurales es generada endógenamente dentro del modelo en vez de en forma exógena como sucede en los modelos reducidos.

Jarrow y Protter (2004) argumentan que la diferencia principal entre los modelos estructurales y reducidos se basa en la información disponible para el modelista. Mientras en los modelos estructurales, se asume que el modelista tiene la misma información que la dirección de la empresa – conocimiento perfecto de los activos y deudas de la empresa –, en los modelos reducidos se asume que el modelista tiene la misma información que el mercado – información incompleta de la situación financiera de la empresa, lo que afecta a la capacidad de predicción del impago.

Otra diferencia entre el enfoque de los dos modelos es el tratamiento de las tasas de recobro (*recovery rates*). Mientras en los modelos reducidos las tasas de recobro son exógenas a la empresa, en los modelos estructurales el valor de los activos de la empresa y de la deuda en el momento del impago determinan las tasas de recobro (Elizalde, A. 2003).

Una de las restricciones de los modelos reducidos es la dificultad de poder implementarlos, puesto que el número de empresas cuyas obligaciones cotizan en el mercado no es muy amplio.

Arora, N. et al. (2005) en un estudio comparan dos modelos estructurales (un modelo de Merton básico, y un modelo estructural modificado que denomina Vasicek-Kealhofer) y un modelo reducido desarrollado por Hull y White (2000). El estudio examina la capacidad de los tres modelos de discriminar los *defaulters* de los *non-defaulters*, y concluye que el modelo de VK y HW proporcionan ratios bastante exactos y superan al modelo simple de Merton. El estudio también evalúa la capacidad de cada modelo de predecir los *spreads* en el mercado de los *credit default swaps* (CDS). El estudio observa que el modelo de VK tiende a hacerlo mejor en tanto en la muestra total como en las submuestras, pero en el caso de que un emisor tenga muchos bonos el modelo de HW tiende a hacerlo mejor. El estudio concluye que el modelo básico de Merton no es suficientemente bueno, y que la evidencia empírica determinará en cada caso que modelo es más útil.

Desarrollo posterior de los modelos de riesgo estructurales y reducidos

Los modelos de segunda generación intentan subsanar algunas limitaciones de los modelos de primera generación. Capuano, C., et al. (2009) y Badia, C. et al. (2007) resumen en sus estudios algunos de los avances recientes en el desarrollo de modelos de riesgo de crédito:

- Longstaff y Schwartz (1995), especifican un “umbral de incumplimiento” exógeno, en lugar de tomar como referencia la estructura de deuda de la empresa. Cuando se llega a dicho umbral (barrera), se asume que toda la deuda está impagada y la empresa paga un porcentaje exógeno de su valor nominal (esto es, la tasa de recuperación o recobro).
- Duffie y Lando (2001) desarrollan un modelo que sigue un proceso de Markov donde la fecha del impago es fijada por la dirección de la empresa para maximizar el valor del capital. Los inversores no pueden observar los activos de la empresa directamente, y reciben solo información contable periódica e incompleta.
- Ericsson y Reneby (2003) desarrolla un modelo de riesgo de crédito basado en opciones compuestas con barrera (*compound option written on a down-and-out call option*). Las únicas restricciones que se imponen a la barrera, constante a lo largo del plazo, son que el valor de la empresa en el momento de análisis y el valor nominal de la deuda a largo plazo sean superiores al nivel de la barrera.
- Giesecke (2004a) desarrolla un modelo estructural en el que las probabilidades de impago están vinculadas mediante una distribución conjunta de sus límites de impago. Los inversores no tienen información perfecta sobre tales límites o la distribución conjunta. En el modelo de Giesecke (2005) los inversores tienen información completa sobre el valor del activo pero tienen información incompleta sobre el límite de impago (*default threshold*). Aunque es una constante, el límite de impago no es conocido por los inversores quienes se ven forzados a decidir bajo una función de distribución del límite de impago.
- Capuano (2008) ha desarrollado un modelo estructural no paramétrico para estimar la probabilidad de impago. El modelo estima la probabilidad de impago implícita de las opciones sobre acciones, lo que permite estimar la frontera del impago dentro del modelo.
- Mientras que la literatura de tasas de interés y tasas de impago es muy amplia, existe poca literatura sobre tasas de recobro o *recovery rates*. Guo, Jarrow y Lin (2009) proponen un modelo con una estimación directa de las tasas de recobro utilizando los precios de *distressed debt*.

Modelos de riesgo de crédito de Portfolios

Una vez estimada la probabilidad de impago de empresas individuales el siguiente paso lógico era el desarrollo de modelos de riesgo de créditos de carteras de valores o portfolios, con el fin de evaluar la probabilidad de que un subconjunto de empresas de una muestra esté en situación de impago en un período específico de tiempo, y en base a ello estimar la función de distribución de pérdidas de un portfollio.

Evaluar la probabilidad de impago de un subconjunto de empresas, requiere estimar la correlación entre valores para estimar la función de distribución del número de pérdidas. El modelo multi-factorial normal Gaussiano de copula (*multi-factor normal Gaussian copula*), introducido por Vasicek (1987) y desarrollado por Li (2000) sirve para tal cálculo. El procedimiento propuesto por Andersen, Sidenius, y Basu (2003) permite estimar la distribución del número de impagos mediante el uso de Montecarlo para cestas de derivados de crédito.

Duffie, Horel y Saita (2008) presenta un análisis empírico de las pérdidas de impagados de portafolios sobre deuda corporativa americana entre 1979-2004. Los resultados del estudio indican que la probabilidad de pérdidas extremas del portafolio no puede ser explicado únicamente por factores de riesgo observables (factores macro y micro), encontrando los autores evidencia de factores de riesgo comunes no observables.

Morini y Brigo (2007) desarrollan una metodología para valorar *credit swap options*. La forma más común de estas opciones es un *credit index option*, el cuál es una opción sobre el *spread* de un *credit index* que consiste en un portafolio estandarizado de credit default swaps (CDS).

Modelos híbridos de riesgo de crédito

Si las asunciones de los modelos estructurales no se cumplen (ejemplo, mercados eficientes, falta de liquidez,...), sería posible construir un modelo más exacto como muestra en su artículo Bharath y Shumway (2004). Otros estudios como los publicados por Stein (2000), Sobehart y Stein (2000) y Sobehart y Keenan (2002) muestran también que los modelos estructurales como el de KMV-Merton pueden ser fácilmente mejorados.

En base a esa observación diversos autores desarrollaron modelos híbridos de riesgo de crédito. Los modelos híbridos se basan en la hipótesis de que siendo muy valiosa la información de mercado, es mucho más útil cuando se utiliza conjuntamente con información fundamental de la empresa (estados financieros) y su entorno comercial.

En los modelos híbridos la información contable adicional no se emplea para estimar la cotización futura de la empresa, sino para mejorar la definición de la situación de impago. Los modelos híbridos no contradicen las hipótesis de eficiencia del mercado o de no oportunidades de arbitraje de los modelos CCA.

En un estudio, Sobehart y Keenan (2001) compara la capacidad de predicción de los modelos estructurales con los modelos híbridos de riesgo de crédito, concluyendo que los modelos híbridos proporcionan una mayor capacidad de predicción de la probabilidad de impago.

Blochwitz et al. (2000) realizaron un estudio donde comparan los resultados del *Deutsche Bundesbank's Default Risk Model* - que incluye un modelo estructural denominado *KMV's Private Firm Model* - y un modelo estadístico (análisis discriminante) en base a ratio financieros comunes de empresas alemanas. El propósito del *Deutsche Bundesbank's Default Risk Model* es evaluar el riesgo de crédito de una empresa para decidir si el colateral de una empresa es

aceptable para operaciones de refinanciación. Con ese fin emplea el *KMV's Private Firm Model* para estimar las probabilidades de impago.

El estudio de Blochwitz compara curvas Gini y coeficientes Gini tanto del modelo estructural de KMV como de los ratios financieros, que son determinados usando la misma base de datos. El estudio concluye que ambos el análisis discriminante y el modelo estructural de KMV proveen resultados similares del análisis de crédito.

Sin embargo, otras investigaciones como la de Kealhofer y Kurbat (2001) y Kealhofer (2003) argumentan que el modelo de KMV-Merton incluye toda la información disponible de las agencias de *rating* y las principales variables contables.

Recientemente, Afik et al. (2012) realizaron un estudio donde analizan la sensibilidad de la estimación de impago del modelo de Merton a las especificaciones de sus parámetros. El estudio observa que la definición de la barrera de impago (*default barrier*) tiene un impacto relativamente pequeño en las estimaciones de impago, mientras que el efecto de la tasa de rentabilidad de los activos (*assets expected return*) y la volatilidad de los activos (*assets volatility*) es importante. El estudio concluye que la tendencia de utilizar valores históricos de rentabilidad y volatilidad de los activos en vez de valores a futuro estimados, reduce sustancialmente la habilidad del modelo para discriminar la situación de impago. Y por tanto, que las mejoras en la estimación de la rentabilidad esperada y volatilidad de los activos mejora significativamente la calidad de los resultados de los modelos estructurales.

7.2.2. MODELOS DE RIESGO DE CRÉDITO COMERCIALES

En base a los estudios teóricos sobre riesgo de crédito iniciados por Altman y Merton, y seguidos por otros muchos autores, las agencias de *rating* y los departamentos de análisis de riesgo de entidades financieras como KMV, Moody's, JP Morgan, Credit Suisse o consultoras como McKinsey comenzaron a elaborar y comercializar sus propios modelos de riesgo de crédito.

La importancia de estos modelos de riesgo de crédito radica fundamentalmente en su uso por las agencias de *rating* para definir las calificaciones crediticias de las empresas, y en la extensión de su uso por las entidades financieras para evaluar los riesgos de sus carteras de inversiones. Los requisitos regulatorios introducidos por Basilea para que las entidades financieras contasen con modelos de riesgo de crédito internos - con el fin de estimar sus requisitos de capital conforme al riesgo de mercado y de crédito estimado -, acentuaron el uso de los modelos de riesgo de crédito.

Crouhy, Galai y Mark (2000) realizaron un estudio donde comparaban cuatro modelos de riesgo de riesgo de crédito ampliamente comercializados en la industria financiera. Estos modelos de riesgo de crédito eran los siguientes:

- El modelo *CreditMetrics* de JP Morgan que está basado en la probabilidad de que una empresa se mueva de un grado de *rating* a otro (incluyendo el impago) en un horizonte de tiempo dado.

- El modelo *KMV*, basado en el modelo de Merton. En este modelo la evaluación de la probabilidad de impago es endógena, en relación a la estructura de capital de la empresa. El impago sucede cuando el valor de los activos de la empresa cae por debajo de un nivel crítico.
- El modelo *CreditRisk+* de Credit Suisse sigue un enfoque actuarial y solamente se centra en el impago. El modelo considera que el impago de los bonos y préstamos individuales sigue un proceso exógeno de Poisson.
- El modelo *CreditPortfolioView* de McKinsey que es un modelo discreto multiperiodo donde las probabilidades de impago están condicionadas a variables macroeconómicas ligadas al ciclo económico como la tasa de desempleo, los niveles de tasas de interés, o la tasa de crecimiento del PIB.

El estudio observa que mientras el modelo de *KMV* adopta un enfoque microeconómico que relaciona la probabilidad de impago con el valor de mercado de sus activos, *CreditPortfolioView* propone una metodología donde vincula los factores macroeconómicos a las probabilidades de impago y migración. Los dos enfoques están de algún modo relacionados ya que el valor de mercado de los activos depende en parte del ciclo de la economía.

El estudio de Crouhy et al., concluye que todos los modelos anteriores tienen en común que asumen tasas de interés y exposiciones deterministas. Lo que aunque pueda ser correcto para bonos y préstamos con una estructura *vanilla*, estos modelos no son apropiados para medir el riesgo de crédito de *swaps* y otros productos derivados. Necesitándose para valorar el riesgo de estos productos, un enfoque integrado que permita estimar tanto el nivel de exposición como la función de distribución de las pérdidas. Para ello, el estudio propone que la siguiente generación de modelos de riesgo de crédito permita al menos tasas de interés estocásticas, y probabilidades de impago y migración relacionadas con el ciclo de la economía (al menos, tasas de interés y evolución del mercado bursátil).

De los diferentes modelos de riesgo de crédito vistos anteriormente, el que permite una mejor adaptación a la evaluación del riesgo de crédito en proyectos de Infraestructuras – como alternativa a la metodología tradicional de evaluación de riesgo de crédito *Project Finance* basada en ratios de cobertura de la deuda – es el modelo *KMV* basado en la teoría de opciones de Merton. Se trata de un modelo endógeno, y los parámetros que determinan la probabilidad de impago en el modelo *KMV* – valor de los activos, volatilidad del valor de los activos y valor de la deuda – son fácilmente adaptables a las características de los proyectos de Infraestructuras.

7.3. RIESGO DE CRÉDITO DE LOS PROYECTOS DE INFRAESTRUCTURAS

7.3.1. CARACTERÍSTICAS DE LOS PROYECTOS DE INFRAESTRUCTURAS

Las inversiones en proyectos de infraestructuras tienen dos características importantes que las distinguen de otros tipos de inversiones, como son: un alto nivel de especificidad de los activos, y riesgos específicos que no pueden ser diversificados en los mercados financieros (Mascareñas, J. et al., 2004).

Estas dos características hacen que la evaluación del riesgo de crédito en proyectos de infraestructuras se centre habitualmente en estimar si la capacidad de los flujos de caja del proyecto es capaz de asegurar el pago de la deuda. Este esquema es el que sigue la metodología *Project Finance* para la evaluación del riesgo de crédito en proyectos de infraestructuras con financiación de entidades privadas, a través de préstamos vinculados directamente al proyecto en base a su capacidad de generación de flujos de caja, sin que exista recurso a la sociedad matriz (Yescombe, E.R. 2013).

Sin embargo, otros modelos de evaluación de riesgo de crédito como los “modelos estructurales” (Blanc-Brude, F. et al., 2014) – desarrollados para evaluar el riesgo de crédito de la inversión en valores que cotizan en mercados financieros – siguen una metodología diferente. Estos modelos como el desarrollado por KMV están basados en la teoría de opciones, y se concentran en estimar si el valor de los activos al final del período de vencimiento de la deuda es o no superior al valor de la deuda. Según estos modelos, el riesgo de crédito medido como valor de los activos en comparación con el valor de la deuda, es más relevante que las mediciones de riesgo de impago basadas en estimar la posibilidad de que en un momento dado los flujos de caja generados por la empresa sean o no suficientes para pagar el servicio de la deuda (Crouhy, M. et al., 2000).

La mayor parte de los modelos de riesgo de crédito se han desarrollado dentro del ámbito de los mercados financieros, por lo que su aplicación a la evaluación del riesgo de crédito de proyectos de infraestructuras ha sido escasa y precisa ser cuidadosamente evaluados. Kong, D., et al. (2008) aplica modelo cuantitativo a un proyecto de infraestructuras para que los prestamistas evalúen su exposición al riesgo de un proyecto a través de cambios en la calificación crediticia en el proyecto; pero el empleo de matrices de transición de *rating* crediticio cuenta con pocos datos empíricos en los proyectos de infraestructuras.

Por último, la evaluación del riesgo de crédito no puede desligarse del momento en que se sitúa el ciclo económico (Nagel, S., et al., 2015).

7.3.2. MODELOS ALTERNATIVOS DE EVALUACIÓN DEL RIESGO DE CRÉDITO

En la primera serie de modelos tipo *Project Finance* la situación de impago sucede cuando unos determinados ratios que relacionan el pago de la deuda y los flujos del proyecto – como los ratios de cobertura de intereses y del servicio de la deuda - caen por debajo de un determinado nivel (Dailami, M. et al., 1999). Mientras que en el segundo tipo de modelos como el de KMV, la situación de impago se produce cuando el valor de los activos de la empresa se sitúa por debajo del valor de la deuda (Vasicek, O., 1984).

Este capítulo pretende analizar las diferencias entre los resultados conseguidos a partir de la utilización de los dos modelos anteriores – el *Project Finance* que se centra en los flujos de caja, y el KMV que se basa en el valor de los activos – para evaluar el riesgo de crédito que soportan los prestamistas que otorgan la financiación de un determinado proyecto de concesión de infraestructuras.

7.3.3. APLICACIÓN DEL RIESGO DE CRÉDITO A UN CASO CONCRETO

El objetivo de este capítulo es evaluar el riesgo de crédito aplicado a la financiación de un proyecto de infraestructuras concreto, que es la construcción y explotación de una terminal portuaria de contenedores a través de un contrato de concesión.

En el siguiente apartado se realiza una descripción de las variables principales que determinan el proyecto de infraestructuras usado como ejemplo para la comparación de las metodologías analizadas en este estudio. En los apartados siguientes se realiza una estimación del riesgo de crédito del proyecto utilizando la metodología *Project Finance*, y la metodología de valoración de opciones de KMV respectivamente. A continuación se comparan los resultados de ambos modelos y, finalmente en el último apartado se presentan las conclusiones en donde se analizan las ventajas y limitaciones de cada modelo y bajo que supuestos, los resultados de un modelo pueden resultar más relevantes que el uso del otro modelo.

Por último señalar que este capítulo pretende analizar la probabilidad de impago, sin entrar a cuantificar la posible magnitud de la pérdida esperada (o *expected loss*) en el caso de que se produzca tal situación.

7.4. DEFINICIÓN DE LAS VARIABLES DEL PROYECTO

7.4.1. DEFINICIÓN DEL PROYECTO

En los últimos años ha habido un gran incremento de proyectos de infraestructuras desarrollados mediante las fórmulas PPP (*public-private-partnership*) o contratos de cooperación entre entes públicos y privados, en virtud de los cuales, el sector privado participa en el diseño, construcción, financiación y gestión de infraestructuras de titularidad pública. Una tipología de proyectos PPP son los proyectos BOT (*building, operating and transfer*) en los cuáles el operador privado tras construir y operar la infraestructura durante un tiempo determinado, revierte la infraestructura de forma gratuita a la Administración al final del período de concesión (Aragonés, J.R., Blanco, C., y Iniesta, F., 2009).

Para realizar la comparación de las metodologías señaladas en proyectos de infraestructura, nos centraremos en la concesión de una terminal portuaria de contenedores mediante la fórmula BOT (*building, operating and transfer*). Esto es, el concesionario realizará la inversión inicial, operará la infraestructura mediante un determinado período de tiempo, y al final del período de concesión traspasará la infraestructura a la Administración.

La terminal portuaria incluye la realización de una importante inversión inicial por parte del concesionario en obra civil para la habilitación de las explanadas y construcción de edificios, y en la compra e instalación de equipos para la operación de los contenedores a lo largo de todo el período de concesión.

El período previsto para la habilitación de la terminal por parte del Concesionario y la instalación de los equipos (grúas portacontenedores, maquinaria de explanada,...) es de dos años, con una inversión inicial estimada de unos 300 millones de euros.

Por su parte, el período de explotación de la terminal es de treinta y cinco años, al final del cuál expirará la concesión y el espacio de la terminal y todos los elementos fijos en ella revertirán de forma gratuita a la Autoridad Portuaria.

Durante ese período de explotación, el plan de negocio del concesionario contempla procesar unos volúmenes de tráfico de contenedores (medidos en TEUs, *twenty-feet equivalent units*) que generarán unos ingresos que servirán para cubrir el pago de la deuda derivada de la inversión inicial, los costes de operación de la terminal, el pago de las tasas portuarias y la obtención de una rentabilidad para los accionistas de la sociedad concesionaria.

7.4.2. VARIABLES PRINCIPALES DEL PROYECTO

Los flujos de caja futuros del proyecto - y con ello la valoración de los activos del proyecto -, vienen determinados por una serie de variables que se recogen en el Plan de Negocio del Concesionario.

Los principios básicos sobre el diseño de proyectos de infraestructuras enseñan que se han de atribuir los riesgos específicos del proyecto a las partes que mejor lo pueden absorber, como por ejemplo traspasar el riesgo de construcción a la empresa constructora encargada de realizar la obra (contratos llave en mano) o los riesgos de fluctuación de tipos de interés a las entidades financieras. Quedándose, el concesionario con aquellos riesgos que no puede traspasar y que puede influir en ellos mediante su gestión, como el riesgo de tráfico, el nivel tarifario o los costes de explotación.

A continuación se explican cuáles son las variables principales del Plan de Negocio del Concesionario (tráfico, capex, ingresos, costes de operación, etc...) así como el nivel de incertidumbre sobre las mismas:

- El concesionario cuenta con un contrato llave en mano de construcción que incluye la obra civil y la compra de equipos por un importe total de 300 millones de euros, de forma que el concesionario se asegura que no se produzcan sobrecostes en la inversión inicial; y en su caso recibir el pago de indemnizaciones en caso de retrasos en la construcción de la terminal. Por lo que los riesgos de coste y plazo de construcción han sido transferidos mediante un contrato llave en mano a la empresa constructora. Las inversiones en equipos durante el período de explotación tanto para la renovación de equipos que han llegado al final de su vida útil, como para la compra de nuevos equipos para aumentar la capacidad de la terminal, se realiza con los flujos de caja generados por el propio proyecto sin contratar deuda adicional.
- Las tarifas portuarias máximas están reguladas por la Autoridad Portuaria, y el concesionario ha realizado además un análisis muy detallado del nivel de tarifas comerciales e ingresos por los distintos servicios portuarios (carga, descarga, estiba, desestiba, transporte horizontal y ocupaciones) para los diferentes tipos de tráfico (contenedores *import/export*, transbordo *hub&spoke* y *relay*). Con lo que el concesionario no espera que pueda haber desviaciones significativas en el ingreso promedio por TEU contemplado en su plan de negocio.
- Los costes de explotación de la terminal han sido minuciosamente estudiados por el concesionario, a través de un análisis de los costes actuales de operación en el puerto. La parte principal de los costes de explotación (salarios de los estibadores, tasas portuarias por TEU, suministros) son variables y están directamente relacionados con el nivel de tráfico. Aunque una parte de los costes (personal del concesionario, mantenimiento de equipos, IBI, tasas portuarias por ocupación de espacio público, gastos generales) son fijos.
- La inversión inicial es financiado mediante capital por 50 millones de euros y mediante un préstamo bancario de 250 millones de euros con garantía sobre los flujos del proyecto, y sin recurso a los accionistas.

La rentabilidad exigida por los accionistas dado el perfil de riesgo de la empresa es del 10%¹. Las condiciones de la deuda son un plazo de 22 años con 4 años de carencia de devolución del principal. El interés del préstamo tiene como tipo base la curva del euribor más un *spread* del 0,60%. El sistema de amortización del préstamo se determina a base de unos ratios mínimos de cobertura del servicio de la deuda². La tasa impositiva sobre los beneficios es del 30%.

El coste de financiación de la deuda del proyecto está cerrado a través de un *swap* de tipos de interés. Con lo que el coste de la financiación para el concesionario está asegurado salvo que se produzca alguna situación de impago de la deuda, en cuyo caso la empresa tendría que afrontar costes adicionales.

El riesgo de proyecto más relevante que soporta el concesionario es el riesgo de tráfico de contenedores. El volumen del tráfico de contenedores depende de los contratos con las navieras. Una parte de ese tráfico se considera que es muy estable y que se corresponde con contenedores *gateway* (exportaciones e importaciones) vinculados al *hinterland* del puerto (la variable principal que determina este tráfico *gateway* es el comercio exterior marítimo derivado de la actividad económica de la región del puerto). Pero otra parte del tráfico correspondiente a los contenedores de transbordo (o *transshipment*) puede ser muy volátil, y depende de las decisiones de las navieras sobre en qué puertos decide ubicar sus actividades logísticas para el intercambio de mercancías entre grandes buques portacontenedores transoceánicos (contenedores *relay*) y entre líneas transoceánicas y otros buques más pequeños que sirven líneas *feeder* con otros puertos más pequeños (contenedores *hub&spoke*).

Para las proyecciones de tráfico se ha realizado un estudio de mercado con tres escenarios (optimista, pesimista y base o más probable) para cada tipo de tráfico: *import/export*, *relay* y *hub&spoke*.

7.4.3. FUNCIONES DE DISTRIBUCIÓN DE LAS PROYECCIONES DE TRÁFICO

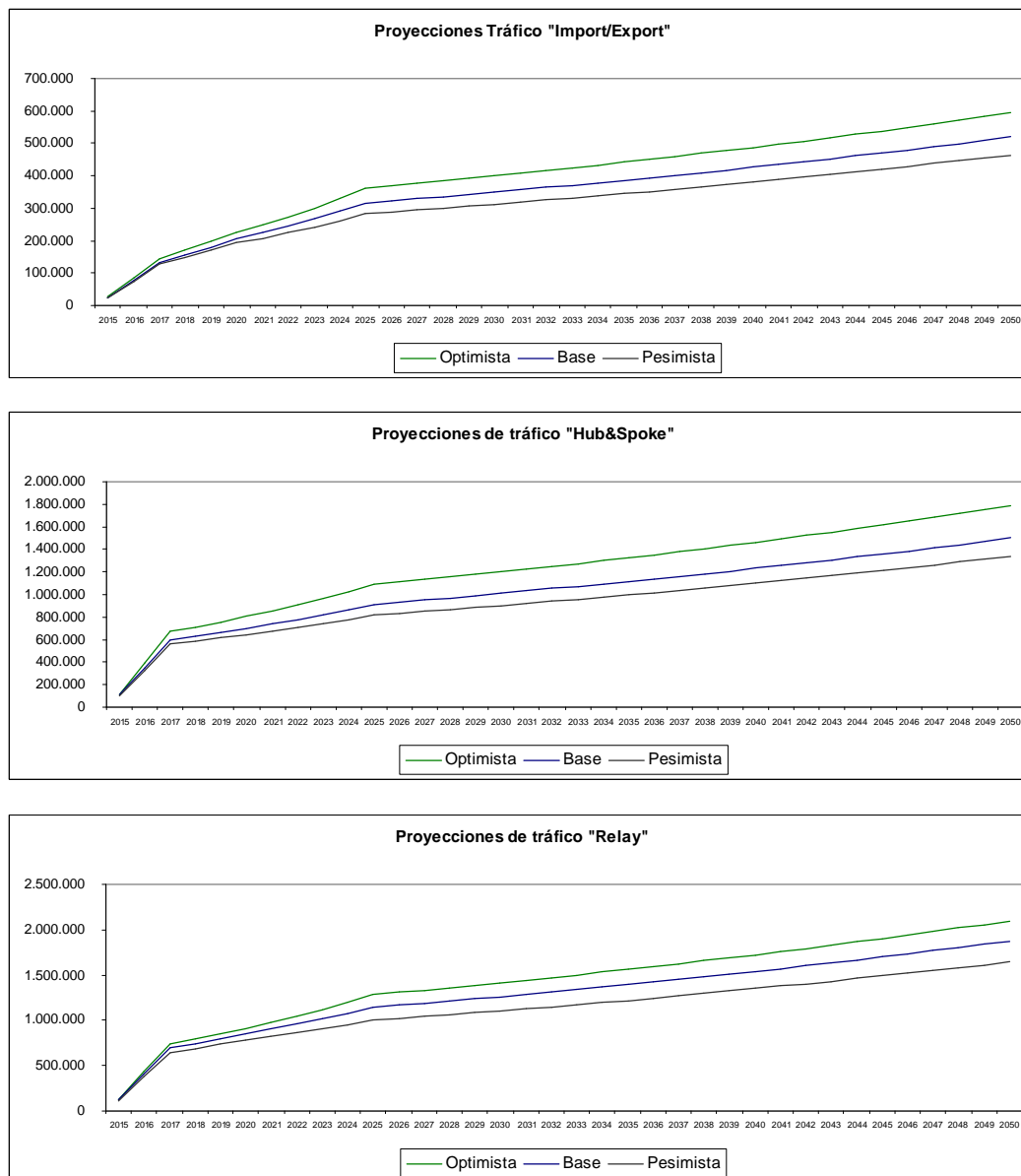
Como se ha visto anteriormente, todos los elementos del Plan de Negocio del Concesionario tienen dentro del modelo un valor fijo, salvo el volumen de contenedores de cada tipo de tráfico (*import/export*, *relay* y *hub&spoke*) para los que se ha realizado un estudio de mercado con tres escenarios posibles (optimista, pesimista y base o más probable).

En las siguientes figuras, se muestran las tres proyecciones de tráfico y los escenarios considerados:

¹ La estimación de la tasa del coste de capital de la terminal portuaria se ha realizado utilizando valores de referencia aplicados a las valoraciones de empresas de infraestructuras en España. En relación con otros estudios sobre la materia, el valor del coste de capital en España del 10% se situaría entre el coste de capital para terminales portuarias en Estados Unidos (6%) y Argentina (19%).

² Estas hipótesis se corresponden con las condiciones en las que las entidades financieras financiaban los proyectos de infraestructuras en España en los años 2006 y 2007 antes de la crisis financiera.

Figura 34. Proyecciones de tráfico *Import/Export*, *Hub&Spoke* y *Relay*

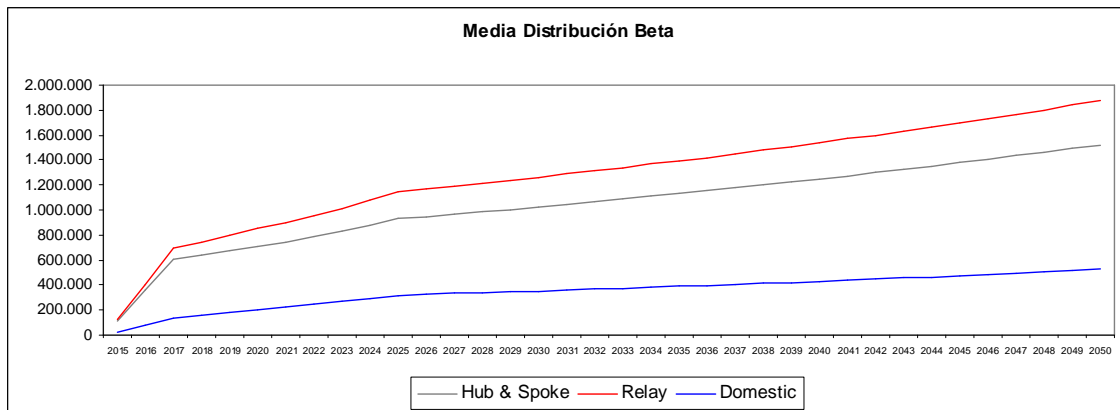


Fuente: Elaboración propia

A partir de las proyecciones de tráfico anteriores se ha realizado una estimación de la distribución de probabilidad de cada uno de los tres tipos de tráfico, utilizando para ello una función de distribución beta.

En la siguiente figura se muestra el valor esperado de la distribución Beta para cada tipo de tráfico y para cada año de concesión:

Figura 35. Valor esperado de la distribución beta



Fuente: Elaboración propia

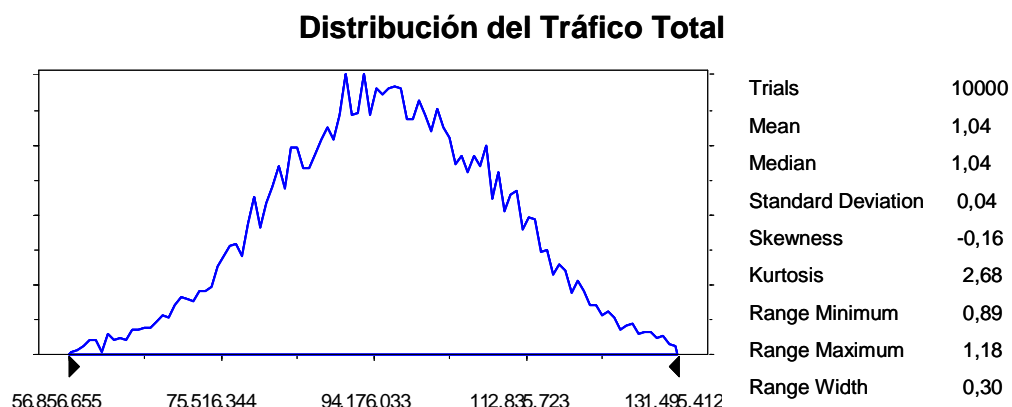
A partir de los valores de las medias de la distribución beta para cada uno de los años, se ha estimado la tasa de crecimiento anual (r) para cada tipo de tráfico.

Aplicando el teorema central del límite podemos establecer que las proyecciones de tráfico son un proceso estocástico que sigue un movimiento geométrico browniano, que se puede expresar mediante la siguiente ecuación:

$$V(t+1) = V(t) + r \cdot V(t) + \sigma V(t) \cdot N(0,1) \quad (1)$$

A partir de la anterior ecuación podemos utilizar Montecarlo para hallar una función de distribución del nivel de tráfico generando de forma aleatoria una secuencia de valores. En la siguiente figura se muestra, como ejemplo, la función de distribución del volumen total de tráfico a lo largo de toda la concesión utilizando 10.000 operaciones aleatorias:

Figura 36. Distribución del volumen total de tráfico



Fuente: Elaboración propia

La función de distribución del nivel de tráfico (que es el input principal del modelo, y es la variable sobre la que hay un mayor nivel de incertidumbre) determina el comportamiento global del modelo. Variables como el VAN del proyecto o el ratio de cobertura del servicio de la deuda, tendrán su propia función de distribución de probabilidad asociada a las funciones de probabilidad de los inputs del modelo.

Hay que señalar que las distribuciones de probabilidad de las variables fundamentales del modelo (el tráfico de contenedores), son comunes a ambos modelos de riesgo de crédito (*Project Finance* y KMV). De modo que las posibles diferencias sobre la medición del nivel de riesgo de crédito, se deberán al distinto enfoque metodológico de cada modelo y no a distintos valores de las variables fundamentales del modelo.

7.5. ESTIMACIÓN RIESGO DE CRÉDITO SEGÚN METODOLOGÍA PROJECT FINANCE

7.5.1. DEFINICIÓN DE LA SITUACIÓN DE IMPAGO

Los proyectos de infraestructuras requieren un gran volumen de inversión inicial para su construcción, y sin embargo los ingresos del proyecto se van generando a lo largo de todo el período de explotación; siendo habitualmente muy largo el período de recuperación (o *pay-back*) de la inversión.

Los modelos de estimaciones de riesgo de crédito basados en el análisis de flujos de caja como la metodología *Project Finance*, basan la viabilidad del proyecto en analizar si los flujos de caja operativos del proyecto son suficientes para devolver el servicio de la deuda a tiempo (esto es, según el calendario establecido de devolución de la deuda en base a las proyecciones de flujos de caja del proyecto) y proporcionar una tasa de rentabilidad adecuada a los accionistas.

Desde la perspectiva del nivel de apalancamiento del proyecto, la metodología *Project Finance* se enfoca en determinar la capacidad del proyecto de pedir prestado en base a dos ratios principales que relacionan el pago de la deuda y los flujos de caja del proyecto: el ratio anual de cobertura de los intereses, y el ratio anual de cobertura del servicio de la deuda.

En estos modelos la situación de impago sucede cuando los ratios de cobertura de intereses y del servicio de la deuda caen por debajo de un determinado nivel.

7.5.2. CÁLCULO DE LOS RATIOS DE COBERTURA

Desde el punto de vista del prestamista, el criterio fundamental para evaluar el nivel de riesgo de crédito es que la probabilidad de alcanzar las coberturas no sea menor que un determinado nivel objetivo, dadas unas determinadas distribuciones de probabilidad.

$$\text{Cobertura intereses} = \frac{\text{EBITDA} - \text{Impuestos}}{\text{Pago de Intereses}} ; \text{Prob} [\text{Cobertura intereses} < \alpha_1] = \varepsilon_1 \quad (2)$$

$$\text{Cobertura servicio deuda} = \frac{\text{EBITDA} - \text{Impuestos}}{\text{Devolución Principal} + \text{Intereses}} ; \text{Prob} [\text{Cobertura servicio deuda} < \alpha_2] = \varepsilon_2 \quad (3)$$

En la tabla siguiente se muestran los valores obtenidos de los ratios de cobertura de intereses y ratios de cobertura del servicio de la deuda para todos los años de la vida de la deuda:

Tabla 28. Ratios de cobertura del servicio de la deuda e intereses

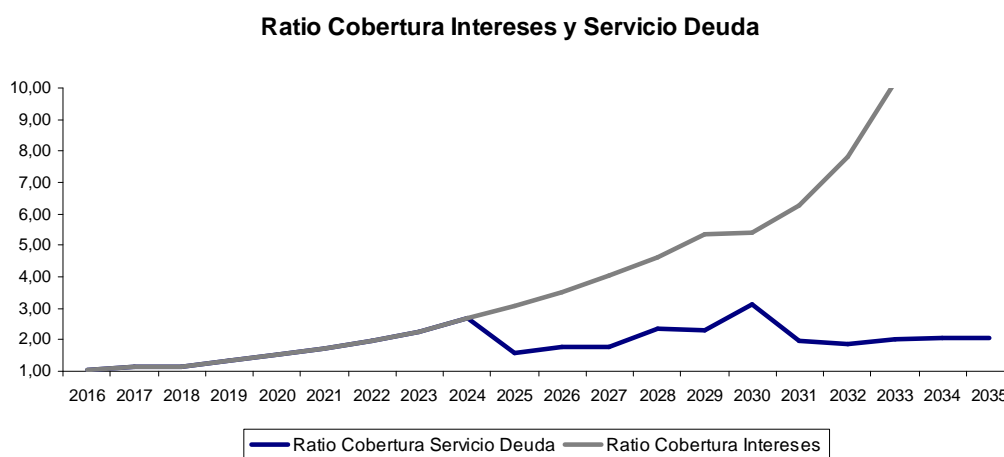
Variables	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025
EBITDA	13,5	16,2	17,2	21,0	25,2	30,0	34,4	39,4	47,0	53,0
EBITDA – Impuestos	13,5	16,2	17,2	21,0	25,2	30,0	34,4	39,4	47,0	53,0
Servicio deuda	12,8	14,4	15,1	15,7	16,5	17,2	17,6	17,6	17,6	33,3
Principal	0	0	0	0	0	0	0	0	0	16,2
Intereses	12,8	14,4	15,1	15,7	16,5	17,2	17,6	17,6	17,6	17,1
RCSD	1,06	1,13	1,14	1,33	1,53	1,74	1,96	2,24	2,68	1,59
RCI	1,06	1,13	1,14	1,33	1,53	1,74	1,96	2,24	2,68	3,10
Variables	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034	2035
EBITDA	57,8	62,4	66,4	73,1	78,4	84,4	91,5	97,7	104,1	112,6
EBITDA – Impuestos	57,8	62,4	66,4	72,2	68,7	73,5	78,5	82,9	87,7	94,1
Servicio deuda	32,7	35,1	28,2	31,2	21,9	37,3	42,2	41	42,3	45,2
Principal	16,4	19,8	13,9	17,8	9,2	25,7	32,2	32,8	36,1	41,3
Intereses	16,4	15,3	14,4	13,4	12,7	11,7	10	8,1	6,2	3,9
RCSD	1,77	1,78	2,35	2,31	3,14	1,97	1,86	2,02	2,07	2,08
RCI	3,54	4,07	4,63	5,37	5,42	6,3	7,84	10,17	14,21	23,83

Fuente: Elaboración propia

Como se puede observar en el período entre 2016 y 2024 no hay amortización del principal de la deuda, siendo iguales el ratio de cobertura del servicio de la deuda y el ratio de cobertura de intereses.

En la siguiente figura podemos observar la evolución del ratio de cobertura de intereses y del ratio de cobertura del servicio de la deuda:

Figura 37. Evolución del ratio de cobertura del servicio de la deuda e intereses



Fuente: Elaboración propia

Como se puede observar los años en que se alcanza un menor valor de los ratios de cobertura de intereses y del servicio de la deuda se dan entre 2016 y 2020. Por eso, se ha escogido esos años para analizar el riesgo de crédito de los prestamistas.

El riesgo de crédito del proyecto de infraestructuras para los prestamistas, se realizará haciendo proyecciones usando Montecarlo para hallar una función de distribución de probabilidad de los dos ratios anteriores.

7.5.3. RATIO DE COBERTURA DE INTERESES

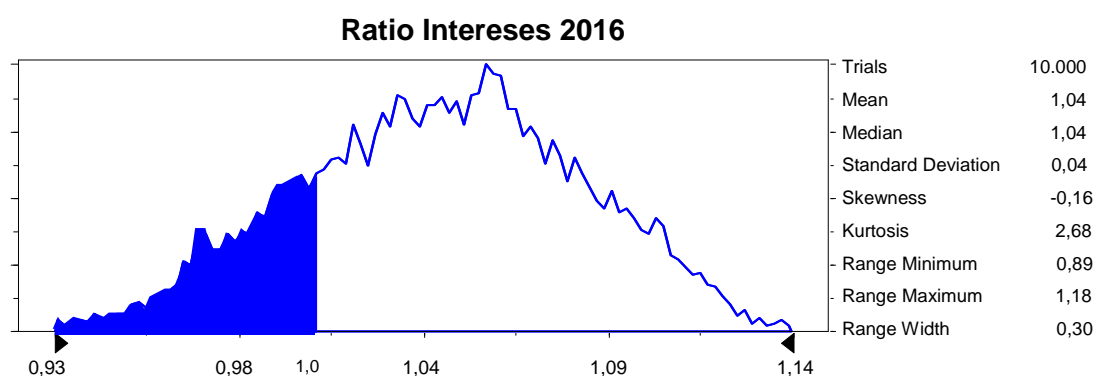
A través del método de Montecarlo, se puede calcular la probabilidad (ε_1) de que el ratio de cobertura de intereses esté por debajo de un determinado valor (α_1) a partir del cuál se considera que la empresa está en una situación próxima al impago (o técnicamente en situación de incumplimiento de los *covenants* fijados en el contrato de financiación):

$$\text{Prob} [\text{Cobertura intereses} < \alpha_1] = \varepsilon_1 \quad (4)$$

El valor (α_1) mínimo del ratio para que el Concesionario pueda hacer frente al pago de intereses es 1. Cuando el ratio de cobertura de intereses se sitúa por debajo de 1, el Concesionario no pueda hacer frente a la totalidad del pago de los intereses con los ingresos generados en ese año.

En la siguiente figura se muestra la distribución de probabilidad del ratio de cobertura de intereses en el año en que ese ratio alcanza su valor mínimo (en 2016). El área sombreada muestra el valor del ratio de cobertura inferior a 1.

Figura 38. Distribución ratio de cobertura de intereses en 2016



Fuente: Elaboración propia

A partir de la curva de probabilidad se obtiene que para un valor $\alpha_1 = 1$ (el nivel mínimo para que no haya situación de impago), la probabilidad de que el ratio de cobertura de intereses sea

inferior a ese valor es del 17,49%. Esto es, hay 1.749 valores de las 10.000 iteraciones realizadas con Montecarlo, en que el valor del ratio de cobertura de intereses se sitúa por debajo de 1.

Otra forma de calcular la probabilidad de impago sería al igual que en el modelo KMV, calcular el número de desviaciones estándar (*distance to default*) en que el valor del ratio de 1,00 se sitúa conforme a la media de la distribución. Y posteriormente calcular la probabilidad de impago (*expected default frequency*) que le correspondería si la función de probabilidad de impago se comportase como una normal estándar.

7.5.4. RATIO DE COBERTURA DEL SERVICIO DE LA DEUDA

Igual que en el caso anterior, se puede obtener a través de Montecarlo la probabilidad (ϵ_2) de que el ratio de cobertura del servicio de la deuda esté por debajo de un determinado valor (α_2) a partir del cuál se considera que la empresa está en una situación técnicamente de impago o de incumplimiento de los *covenants* del contrato de financiación:

$$\text{Prob} [\text{Cobertura servicio deuda} < \alpha_2] = \epsilon_2 \quad (5)$$

El valor (α_2) mínimo del ratio para que el Concesionario pueda hacer frente al pago del servicio de la deuda es 1. Cuando el ratio de cobertura del servicio de la deuda se sitúa por debajo de 1, el Concesionario no pueda hacer frente a la totalidad del pago del servicio de la deuda con los ingresos generados en ese año.

Hasta el año 2025, en que se produce la primera devolución del principal de la deuda; los ratios de cobertura de intereses y del servicio de la deuda tienen el mismo valor y la misma función de distribución de probabilidad.

En la tabla siguiente se recogen las probabilidades de impago durante 2016-2020, calculados como la probabilidad acumulada por debajo del punto de impago, medido como la frecuencia o número de eventos que se encuentran por debajo del *default-point* observados en las 10.000 simulaciones realizadas con Montecarlo. También se ha incluido el número de desviaciones estándar (*distance to default*) y la probabilidad asociada que le correspondería si la función de probabilidad de impago se comportase como una normal estándar.

Tabla 29. Probabilidad de impago en los años 2016-2020

Variables	2016	2017	2018	2019	2020
Ratio mínimo	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
Media	1,04	1,05	1,03	1,22	1,41
Desviación estándar	0,04	0,08	0,10	0,12	0,13
Número de desviaciones estándar	0,99	0,69	0,34	1,89	3,04
Probabilidad acumulada en caso de una N(0,1)	16,11%	24,51%	36,69%	2,94%	0,12%
Frecuencia de sucesos en % por debajo del <i>default point</i> en la simulación de Montecarlo (10.000 simulaciones)	17,49%	25,04%	38,27%	3,20%	0,29%

Fuente: Elaboración propia

Como se puede observar en los valores obtenidos con el ratio de cobertura de intereses la probabilidad de impago asociada al número de desviaciones estándar (*distance to default*) es incluso inferior al número de eventos asociados a la simulación por Montecarlo. Por ejemplo, en 2016 para 0,99 desviaciones estándar el valor asociado si la función de distribución de probabilidad de impago se comportase como una $N(0,1)$ es del 16,11%. Y en la simulación por Montecarlo se obtuvieron 1.749 valores de 10.000 iteraciones en que el ratio de cobertura de intereses era inferior a 1 (esto es, el 17,49% del total de observaciones).

En este caso, y a diferencia de los resultados obtenidos con KMV, si que se puede concluir que la función de distribución asociada a la simulación por Montecarlo si que sigue aproximadamente una función de distribución normal.

De los valores de la tabla, también se concluye que la mayor probabilidad de que el ratio de cobertura de intereses y del servicio de la deuda sea inferior a 1 se da en los años 2016, 2017 y 2018. En 2019 esa probabilidad se reduce al 3,20% y al 0,29% en 2020. A partir de 2020, la probabilidad de que el ratio sea inferior a 1 es casi nula. Con lo que conforme a la metodología *Project Finance*, la probabilidad de impago o incumplimiento del ratio se concentra en los tres primeros años de concesión.

7.6. ESTIMACIÓN RIESGO DE CRÉDITO CON KMV

7.6.1. INTRODUCCIÓN

KMV fue fundada en 1989 con el fin de ofrecer un uso comercial del modelo de Merton utilizando bases de datos con precios de mercado. En 2002 KMV fue adquirida por Moody's, que había desarrollado previamente su propio modelo de riesgo de crédito llamado *RiskCalc* (Falkenstein et al., 2000). Después de la adquisición de KMV, Moody's comercializó su software de riesgo de crédito bajo la denominación Moody's KMV Creditmark (McAndrew, A., 2004).

KMV publicó una serie de estudios que revela su metodología (Sobehart, Keenan y Stein, 2000; Crosbie, P. y Bohn, J.R., 2003). Algunas de las especificaciones realizadas por KMV fueron adaptadas posteriormente por la literatura académica. Vassalou, M. y Xing, Y., (2004) y Campbell et al. (2008) son ejemplos de estudios basados en el modelo de KMV.

El modelo de KMV, se basa en el modelo de valoración de bonos de Merton (1974), en el que el capital de la empresa es una opción de compra o *call* sobre el valor subyacente de la empresa con un precio de ejercicio o *strike* igual al valor nominal de la deuda de la empresa.

7.6.2. DEFINICIÓN DE LA SITUACIÓN DE IMPAGO

Los modelos estructurales de riesgo de crédito como KMV se concentran - en lugar de en el análisis de los flujos de caja del proyecto y del servicio de la deuda -, en analizar la evolución de la valoración de los activos de la empresa (Giesecke, K., 2004b). En este segundo tipo de modelos, la situación de impago se produce cuando el valor de los activos de la empresa se sitúa por debajo del valor de la deuda.

Según la teoría de opciones, la capacidad de una empresa de pagar la deuda no depende de la evolución de sus flujos de caja futuros, sino de la evolución futura del valor de sus activos. En lo que se basa esta teoría es que el valor de los activos no depende de la estructura y composición del pasivo. Lo que cambia es simplemente la división de la propiedad de esos activos. Incluso en un proceso concursal o de bancarrota, lo que se produce es simplemente una transferencia de la propiedad de la empresa de los accionistas a los acreedores.

Como los accionistas están interesados en que no se produzca una situación de bancarrota siempre estarán dispuestos a pagar la deuda aunque sea vendiendo una parte de los activos, porque en caso contrario perderán el control de la compañía. Si el valor total de la compañía es superior al valor de la deuda, los accionistas pagarán la deuda aunque no haya suficiente caja y hayan de proceder a vender parte de los activos de la empresa.

La situación de impago de la deuda se produciría entonces cuando el valor de sus activos cae por debajo del valor de la deuda. En ese caso, los accionistas perderían el control de la empresa, y los acreedores asumirían la propiedad de los activos. Por tanto el auténtico riesgo de crédito

para los acreedores se produciría cuando el valor de los activos es inferior al valor de la deuda, porque en ese caso los acreedores solo recuperarían una porción del valor de sus préstamos.

En sentido estricto en la estimación del riesgo de crédito, también influye el plazo de vencimiento de las distintas deudas. Si el valor de los activos es menor que la deuda que aún no ha llegado a su vencimiento, la empresa podrá seguir operando. Sin embargo, en los contratos de financiación de proyectos hay un elevado número de cláusulas (por ejemplo, el no alcanzar unos determinados ratios de cobertura) que permiten a los prestamistas ejercer de forma anticipada la devolución del préstamo. Por eso, en este tipo de proyectos se considera más oportuno comparar el valor de los activos de la empresa con el valor de la deuda pendiente haya llegado o no a su vencimiento.

7.6.3. VARIABLES PRINCIPALES DE LA MEDICIÓN DE RIESGO DE CRÉDITO SEGÚN KMV

De acuerdo a la metodología KMV, los tres elementos principales que determinan la probabilidad de impago (o *default*) de una empresa son (Crosbie, P., y Bohn, J.R., 2003):

- **Valor de los activos:** el valor de mercado de los activos de una empresa concesionaria, se mide por el valor actual de los flujos de caja futuros que se espera genere el proyecto descontados a la tasa de descuento adecuada.
- **Riesgo de los activos:** está en función del nivel de incertidumbre de los flujos de caja futuros que generará el proyecto.
- **Nivel de endeudamiento:** medido como el valor nominal de la deuda entre el valor de mercado de los activos de la empresa.

El riesgo de impago aumenta conforme el valor de los activos se aproxima al valor nominal de la deuda. La situación o punto de impago (*default point*) en KMV se produce cuando el valor neto de la empresa (valor de mercado de los activos menos el valor nominal de la deuda) alcanza el valor cero.

Distance to default

Los modelos estructurales como el de KMV basan la probabilidad de impago en el concepto *distance to default*. Este concepto es una medida estandarizada de la diferencia entre los valores de los activos de la compañía y su deuda.

El valor de mercado de los activos, el nivel de apalancamiento y el nivel de riesgo de los activos, se pueden combinar en una única medida de riesgo de impago. KMV estima un índice llamado *distance to default* (DD) que compara el valor neto de la empresa (valor mercado activos menos valor nominal deuda) al tamaño de un movimiento de una desviación estándar en el valor de los activos.

La medida DD se correspondería con el número de desviaciones estándar a la que la empresa se encontraría con respecto a la situación de impago (*default point*).

$$Distance\ to\ default = \frac{\text{Valor mercado activos} - \text{Default point}}{\text{Valor mercado activos} \times \text{Volatilidad del activo}} \quad (6)$$

La probabilidad de impago, que en KMV se denomina *expected default frequency* puede ser calculada directamente a partir de la distancia al punto de impago.

Para la determinación de la probabilidad de impago, KMV sigue un procedimiento de tres pasos: estimar el valor y la volatilidad de los activos, calcular el punto *distance to default* y finalmente en base a la distancia al punto de impago se estima la probabilidad de impago.

Estudios académicos relativos al Distance to default

Diversos estudios como el desarrollado por Crosbie, P., y Bohn, J.R. (2003), y Vassalou, M. y Xing, Y. (2004) muestran que la medida *distance to default* resulta útil para evaluar el riesgo de crédito de empresas no financieras. Otros estudios realizados por Gropp et al. (2002), y Chan-Lau, J.A. y Sy, A.N.R. (2006) muestran que la medida *distance to default* servía también para predecir rebajas de rating de entidades financieras.

Bharath, S.T. y Shumway, T. (2008) realizaron un estudio para medir la exactitud de la medida *distance to default* del modelo de Merton en comparación con un modelo alternativo *naïve* que usa la forma funcional del modelo de Merton. Las conclusiones del estudio son que el modelo alternativo proporcionaba mejores estimaciones, y aunque las predicciones de impago de la medida *distance to default* de Merton es mejorable, la forma funcional del Modelo de Merton es útil para estimar impagos.

Diferentes variaciones del *distance to default* surgen del uso de diferentes fórmulas de valoración de opciones y procedimientos de calibración. Para ello resulta crítico el conocimiento de las características específicas de la empresa en particular y la calidad de los datos usados para la calibración, con el fin de adaptar la fórmula básica del *distance to default* a situaciones particulares (Capuano et al., 2009).

Recientemente Jessen, C. y Lando, D. (2013) examina en un estudio la robustez de la medida *distance to default* en clasificar las empresas en un *ranking* según su riesgo de impago. El estudio concluye que el *ranking* parece funcionar a pesar de que el modelo de Merton produce probabilidades de impago que son demasiado pequeñas cuando se aplican a datos reales. El estudio a través de diferentes simulaciones observa que en promedio la medida de *distance to default* es robusta, aunque con una excepción notable de un modelo con volatilidad estocástica de los activos en el que el *ranking* en base a la medida de *distance to default* funciona peor. Para mejorarlo, los autores proponen un ajuste de la volatilidad del *distance to default* que mejora significativamente el *ranking* de las empresas con volatilidad estocástica.

7.6.4. ESTIMACIÓN DEL VALOR Y VOLATILIDAD DE LOS ACTIVOS

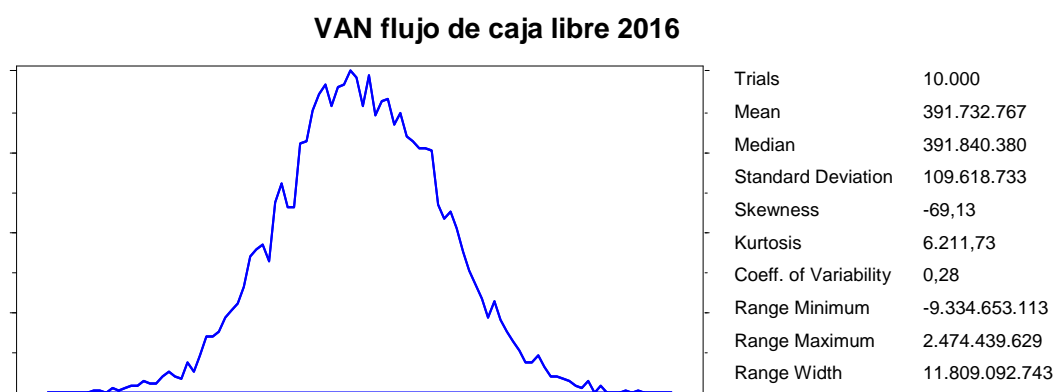
En el presente caso al tratarse de un BOT (*Building-Operating-Transfer*) el valor de los activos se corresponderá con el valor actual esperado de los flujos de caja que generen esos activos hasta el final del período de concesión. Puesto que al final del período de concesión, la infraestructura (principal activo del concesionario) revierte a la Administración, que será libre para volverla a concesionar u operar por sí misma.

Por ello, como variable para medir el valor de los activos se ha utilizado el VAN del flujo de caja libre del proyecto en cada uno de los años de concesión. El VAN del flujo de caja libre se ha estimado – conforme a los criterios de valoración de empresas – descontando los flujos de caja futuros a la tasa del coste del capital medio ponderado o WACC³.

La volatilidad del tráfico de contenedores depende de las estimaciones realizadas por el estudio de demanda. El estudio de demanda determinó los distintos escenarios (optimista, base y pesimista) para cada tipo de tráfico (*import/export*, *hub&spoke* y *relay*). En el caso del proyecto objeto del estudio, el estudio de demanda de la terminal fue realizado por una consultora británica especializada en el sector marítimo.

En la siguiente figura se muestra como ejemplo, la función de distribución utilizando Montecarlo del VAN en el año 2016 de los flujos de caja libre del proyecto, junto con los principales parámetros estadísticos asociados.

Figura 39. Función de distribución del VAN para flujos de caja libre



Fuente: Elaboración propia

³ El WACC se ha calculado para cada año de operación a partir de los valores de Recursos Propios y Deuda pendiente de amortizar en el Balance de la sociedad concesionaria. Debido a la amortización de la deuda, el WACC va aumentando cada año hasta igualarse en los últimos años al coste del capital cuando se devuelve por completo la deuda del proyecto. Sin embargo una cuestión discutible es si resultaría más apropiado, en el caso de la medición del riesgo de crédito, utilizar el coste de la deuda en vez del WACC como tasa de descuento del flujo de caja libre. Ya que en los contratos de financiación hay una clara prevalencia del pago de la deuda sobre el pago de dividendos, en la distribución de la caja disponible.

La media de la distribución de probabilidad sería el valor de los activos en ese año, y la desviación estándar de la distribución se correspondería con la volatilidad del valor del activo. De este modo, a partir de la simulación de Montecarlo hemos obtenido dos de los tres elementos principales de la metodología KMV para estimar la probabilidad de impago. El tercer elemento sería el nivel de endeudamiento que se determinaría a partir del valor nominal de la deuda.

7.6.5. CÁLCULO DE LA DISTANCIA AL PUNTO DE QUIEBRA “DISTANCE TO DEFAULT”

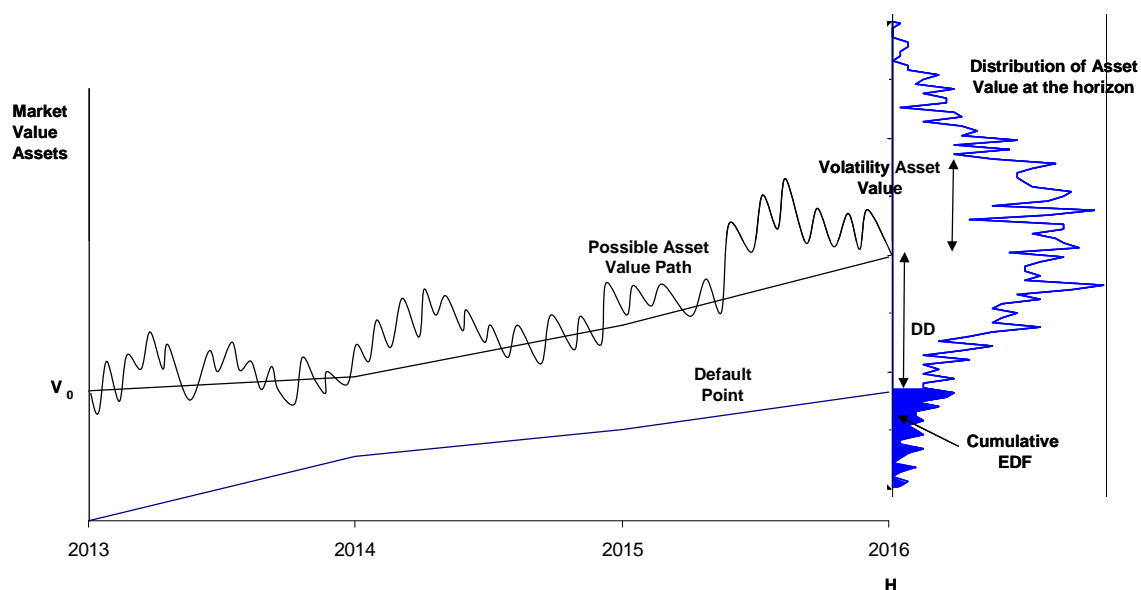
La medida *distance to default* (DD) se ha calculado estimando la función de distribución del valor del activo en el horizonte de evaluación, la volatilidad del valor del activo, y el punto de impago.

El número de desviaciones estándar en que se encuentra el punto de impago (*default point*) con respecto a la media de la función de distribución del valor del activo, es la medida *distance to default* (DD) de la empresa con respecto a la situación de impago.

En la siguiente figura se muestra la función de distribución del VAN de la empresa (el valor de los activos) al tercer año del inicio de la concesión (2016) y su distancia con respecto al valor nominal de la deuda (el punto de impago). En este caso, al tercer año de concesión la sociedad concesionaria se encuentra a 1,28 desviaciones estándar del punto de impago.

El *default point* sería el valor de la deuda en 2016 que es 251.310.195; la *distance to default* sería 140.422.572, que es la diferencia entre el *default point* y la media (391.732.767); y el cociente entre la *distance to default* y la desviación estándar (109.618.733) sería 1,28.

Figura 40. Función de distribución del VAN al tercer año del inicio



Fuente: Adaptación propia

En la siguiente tabla se muestra la estimación del *distance to default* en el período 2016-2020, que son los años en que mayor es la probabilidad de impago de la deuda por parte del Concesionario. El valor de la deuda aumenta en los primeros años por la compra de nuevos equipos para aumentar la capacidad de la terminal.

Tabla 30. *Distance to default* Modelo KMV

Variables	2016	2017	2018	2019	2020
Valor deuda	251.310.195	262.689.250	272.730.896	284.505.969	296.901.454
Media	391.732.767	446.160.565	456.854.786	467.799.306	474.472.683
Desviación estándar	109.618.733	114.825.996	119.847.115	124.256.982	128.022.667
<i>Distance to default</i> (nº desviaciones estándar)	1,28	1,60	1,54	1,48	1,39

Fuente: Elaboración propia

7.6.6. ESTIMACIÓN DE LA PROBABILIDAD DE IMPAGO: “EXPECTED DEFAULT FREQUENCY”

Para el cálculo de las probabilidades de impago (o *expected default frequency*, EDF) KMV cuenta con bases de datos históricos que relacionan los valores DD con probabilidades de impago para un horizonte de tiempo determinado. Por ejemplo, una estimación de KMV sería que entre la población de todas las empresas que tienen una DD de 4 desviaciones estándar, hay tan sólo un 0,4% de las empresas que entran en situación de impago un año después.

Una alternativa al uso de bases de datos históricas, es utilizar una función de distribución estándar para el cálculo de la probabilidad de impago dada una determinada *distance to default*. En el presente estudio se ha optado por utilizar la función normal estandarizada para calcular la probabilidad de impago asociado al número de desviaciones estándar (o *distance to default*) del punto de impago con respecto a la media de la distribución. Hay que señalar, que la curva de tráfico del modelo se ha estimado acorde a un movimiento geométrico browniano que sigue un proceso aleatorio conforme a una $N(0,1)$. Con lo que a priori no sería extraño partir de la hipótesis de que la función de distribución de las variables resultantes del modelo se pareciesen, en principio, a la función de distribución del principal input del modelo que es el que produce la variabilidad de los resultados del modelo. Sin embargo, como veremos posteriormente aplicando Montecarlo la función de distribución de probabilidad del *distance to default* no se comporta como una función de distribución normal.

En la siguiente tabla se muestran los valores obtenidos de *distance to default* y la probabilidad asociada que le correspondería si la función de probabilidad de impago se comportase como una normal estándar. También se ha incluido la frecuencia o número de eventos observados que se encuentran por debajo del *default-point* en las 10.000 simulaciones realizadas con Montecarlo.

Tabla 31. *Distance to default*, probabilidad y frecuencia.

Variables	2016	2017	2018	2019	2020
<i>Distance to default</i> (nº desviaciones estándar)	1,28	1,60	1,54	1,48	1,39
Probabilidad acumulada en caso de una N(0,1)	10,03%	5,48%	6,18%	6,94%	8,23%
Frecuencia de sucesos en % por debajo del default point en la simulación de Montecarlo (10.000 simulaciones)	0,27%	0,22%	0,22%	0,23%	0,24%

Fuente: Elaboración propia

Como se puede observar la probabilidad de impago asociada al número de desviaciones estándar (*distance to default*) es superior al número de eventos asociados a la simulación por Montecarlo. Por ejemplo, en 2016 para 1,28 desviaciones estándar el valor asociado si la función de distribución de probabilidad de impago se comportase como una N(0,1) es del 10,03%. Sin embargo en la simulación por Montecarlo sólo se obtuvieron 27 valores de 10.000 iteraciones en que el VAN del flujo de caja libre era inferior al valor de la deuda (esto es, el 0,27% del total de observaciones).

Con lo que se puede concluir que la función de distribución asociada a la simulación por Montecarlo es muy diferente a una función de distribución normal. En el apartado siguiente se analizan las razones que pueden explicar este fenómeno.

7.7. RESULTADOS OBTENIDOS CON CADA MODELO

7.7.1. DIFERENCIAS METODOLÓGICAS DE CADA MODELO

Al usar ambos modelos las mismas variables fundamentales que determinan la variabilidad del proyecto, la diferencia entre los resultados en la medición del riesgo de crédito se deberá al distinto enfoque metodológico.

Para el modelo *Project Finance* lo más relevante para medir el riesgo de crédito es determinar si los flujos de caja que genera la empresa son o no suficientes para pagar los intereses y el servicio de la deuda de los créditos otorgados por los prestamistas. Bajo la metodología *Project Finance* el riesgo de impago en un determinado año se definiría como la probabilidad de que el ratio de cobertura de intereses o del servicio de la deuda se situé por debajo de 1.

Mientras que según la teoría de opciones en la que se basa el modelo de KMV, el riesgo de crédito medido como valor de los activos en comparación con el valor de la deuda, es más relevante que las mediciones de riesgo de impago basadas en estimar la posibilidad de que en un momento dado los flujos de caja generados por la empresa son o no suficientes para pagar el servicio de la deuda. Para la metodología KMV, el riesgo de impago se definiría como la probabilidad de que el valor de los activos se situé por debajo del valor de la deuda.

Estas son las principales diferencias metodológicas entre ambos modelos. Ahora, veamos si esas diferencias de metodología conllevan también diferencias considerables en los resultados empíricos conseguidos respecto a la función de probabilidad de impago que resulta de aplicar cada modelo.

Como anteriormente se comentó las distribuciones de probabilidad de las variables fundamentales del modelo (como el tráfico de contenedores), son comunes a ambos modelos de riesgo de crédito (*Project Finance* y KMV). De modo que las posibles diferencias sobre la medición del nivel de riesgo de crédito, se deberán al distinto enfoque metodológico de cada modelo y no a distintos valores de las variables fundamentales del modelo.

Como los primeros años de concesión del modelo son en los que existe mayor riesgo de impago, el análisis del riesgo de impago y de la diferencia entre los dos modelos se concentra en los cinco primeros años completos de 2016 a 2020, en que la concesión comienza su operación.

7.7.2. PROBABILIDADES DE IMPAGO DE LA DEUDA CON LA SIMULACIÓN DE MONTECARLO

En la tabla siguiente se incluyen la frecuencia de sucesos situados por debajo del punto de impago (o *default point*) derivados de la simulación de Montecarlo:

Tabla 32. Frecuencia de sucesos inferiores al “punto de impago”

Variables	2016	2017	2018	2019	2020
Valor de los activos en relación al volumen de deuda. Metodología KMV	0,27%	0,22%	0,22%	0,23%	0,24%
Ratio intereses y RCSD. Metodología Project Finance	17,49%	25,04%	38,27%	3,20%	0,29%

Fuente: Elaboración propia

Como se ve, el número de observaciones que se sitúan por debajo del punto de impago es mucho mayor en el caso de la metodología *Project Finance* (17,49% en 2016) que en KMV (0,27% en 2016). Es decir, la simulación de Montecarlo otorga una mucha mayor probabilidad de impago según el enfoque de *Project Finance* que en el caso de KMV.

Ese fenómeno puede deberse a que el período de cola del proyecto es bastante largo: la deuda termina de pagarse completamente en 2036 y la concesión expira en 2050, habiendo un período de cola de 14 años. Lo que hace que el riesgo de impago considerando el valor de los activos, el cuál tiene en cuenta los flujos de caja generados durante todo el proyecto, sea bastante menor al riesgo de impago utilizando el ratio de cobertura de intereses o el RCSD, el cuál sólo considera los flujos de caja de un determinado año.

7.7.3. MEDICIÓN DEL RIESGO DE IMPAGO EN NÚMERO DE DESVIACIONES ESTÁNDAR

Los resultados obtenidos sobre el riesgo de impago utilizando la metodología *Project Finance* y la metodología KMV dan también diferentes medidas de riesgo en cuanto al número de desviaciones estándar (o *distance to default*) en que se encuentra el punto de impago con respecto a la media de la distribución como se muestra en la siguiente tabla.

Tabla 33. *Distance to default* (número de desviaciones estándar)

Distance to default	2016	2017	2018	2019	2020
Metodología KMV					
Media VAN flujo caja libre	391.732.767	446.160.565	456.854.786	467.799.306	474.472.683
Desviación estándar	109.618.733	114.825.996	119.847.115	124.256.982	128.022.667
Valor deuda	251.310.195	262.689.250	272.730.896	284.505.969	296.901.454
Número de desviaciones estándar. Metodología KMV	1,28	1,60	1,54	1,48	1,39

Metodología Project Finance					
Media ratio intereses y RCSD	1,04	1,05	1,03	1,22	1,41
Desviación estándar	0,04	0,08	0,10	0,12	0,13
Ratio mínimo	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
Número de desviaciones estándar. Metodología Project Finance	0,99	0,69	0,34	1,89	3,04

Fuente: Elaboración propia

La metodología KMV proporciona una mayor *distance to default* en los primeros años de concesión que en la metodología *Project Finance*. Lo que es coherente con que la probabilidad de impago con la simulación de Montecarlo sea menor con la metodología KMV que con *Project Finance*.

Hay que señalar que en ambos casos aumenta con el tiempo, en los cinco años analizados, tanto el valor medio como la desviación estándar del VAN del flujo de caja libre y del ratio de intereses.

7.7.4. FUNCIONES DE DISTRIBUCIÓN DE LA PROBABILIDAD DE IMPAGO

Aunque las distribuciones de probabilidad de las variables fundamentales del modelo (como el tráfico de contenedores), son comunes a ambos modelos de riesgo de crédito (*Project Finance* y KMV). Sin embargo, las distribuciones de probabilidad de impago derivadas de la simulación de Montecarlo de KMV y *Project Finance* son muy distintas entre sí.

Hay que señalar que la simulación de Montecarlo se ha realizado a partir de la curva de tráfico del modelo, que sigue un movimiento geométrico browniano conforme a un proceso aleatorio que sigue una $N(0,1)$. Con lo que no sería extraño partir de la hipótesis de que la función de distribución de las variables resultantes del modelo se pareciese en principio a la función de distribución de probabilidad del principal input del modelo que es el que produce la variabilidad de los resultados del modelo.

Sin embargo, cuando calculamos la probabilidad de impago (o *expected default frequency*) conforme al área que se situaría por debajo del *default point* de una función normal estandarizada, obtenemos que la función de distribución de probabilidad de impago con la metodología KMV es muy diferente a una normal estándar y a la función de probabilidad con la metodología *Project Finance*.

Tabla 34. Frecuencia de sucesos inferiores al “default point”

Variables	2016	2017	2018	2019	2020
Metodología KMV					
<i>Distance to default</i> (Número de desviaciones estándar)	1,28	1,60	1,54	1,48	1,39
Probabilidad acumulada en caso de una $N(0,1)$	10,03%	5,48%	6,18%	6,94%	8,23%
Frecuencia de sucesos en % por debajo del <i>default point</i> en la simulación de Montecarlo (10.000 simulaciones)	0,27%	0,22%	0,22%	0,23%	0,24%
Metodología Project Finance					
<i>Distance to default</i> (Número de desviaciones estándar)	0,99	0,69	0,34	1,89	3,04
Probabilidad acumulada en caso de una $N(0,1)$	16,11%	24,51%	36,69%	2,94%	0,12%
Frecuencia de sucesos en % por debajo del <i>default point</i> en la simulación de Montecarlo (10.000 simulaciones)	17,49%	25,04%	38,27%	3,20%	0,29%

Fuente: Elaboración propia

Realizando un test de normalidad a las funciones de distribución de impago de KMV y *Project Finance*, se obtiene que la función de KMV está muy alejada de comportarse como una normal mientras que la función de *Project Finance* si que tiene una función de distribución más parecida a una normal.

Una de las razones de porque ambas metodologías tienen funciones de distribución muy diferentes es que la metodología *Project Finance* es una medida anual al igual que la estimación de tráfico. Con lo que es lógico que ambas distribuciones de probabilidad sean parecidas.

Mientras que el VAN del flujo de caja libre de KMV tiene en consideración los flujos de caja de todos los años posteriores a la fecha de cálculo descontados al WACC estimado de cada año. A no estar basada la función de KMV en los flujos de caja de ese año, presenta un comportamiento muy distinto al de la curva de tráfico.

7.8. CONCLUSIONES

7.8.1. ANÁLISIS COMPARATIVO DE LOS DOS MODELOS

El objetivo de este apartado es analizar las razones que explican las semejanzas y las diferencias entre los resultados en la estimación del riesgo de crédito conseguido con cada modelo. Así como las ventajas y desventajas de utilizar cada modelo; y bajo que supuestos, los resultados de un modelo pueden resultar más relevantes que el uso del otro modelo.

Semejanzas y diferencias entre ambos modelos

Las dos metodologías – KMV y *Project Finance* – pueden proporcionar funciones de distribución de probabilidad de impago muy diferentes, aunque ambas estén basadas en las mismas condiciones básicas del modelo y utilicen las dos en el cálculo de la probabilidad de impago la estimación del flujo de caja libre del proyecto.

De hecho la aplicación del método KMV en el presente caso de que el valor de la empresa no sea inferior al valor de la deuda pendiente; es equivalente a la condición de que el ratio *Project Life Cover Ratio* (que se define como el VAN de los flujos de caja disponibles para la deuda a lo largo de todo el proyecto entre el principal pendiente de la deuda en el momento del cálculo) no sea nunca inferior a uno.

La principal diferencia entre ambos métodos reside en el distinto plazo temporal de los flujos de caja considerados en cada modelo. Mientras que el método KMV considera todos los flujos de caja a futuro del proyecto, el método *Project Finance* tiene en cuenta únicamente los flujos de caja del año analizado.

De forma resumida, se puede afirmar que el método *Project Finance* depende en gran medida del calendario temporal en que se ha estructurado la deuda del proyecto; mientras que el método KMV es mucho más independiente del calendario de la deuda (que no del nivel de deuda) y se basa en los flujos de caja restantes en relación al volumen de deuda pendiente.

Limitaciones en la medición del riesgo de crédito

En el caso del método *Project Finance* tiene como una limitación importante en basarse enormemente en las variables flujo de un determinado año y no considerar suficientemente el respaldo de la generación de flujos de caja excedentarios del proyecto en años futuros (o excedentes de caja retenidos en el balance).

La situación de impago que considera la utilización de los ratios de cobertura de intereses o del servicio de la deuda de *Project Finance*, es evaluar si los flujos de caja generados en un año son o no suficientes para asegurar el pago de la deuda de ese año. Sin embargo podría ser que aunque ese año generara unos flujos de caja menores que el servicio de la deuda, el

concesionario tuviera margen suficiente para pagar el servicio de la deuda a través de una línea de crédito que se repagaría con excedentes de caja de años futuros. El método KMV al considerar todos los flujos de caja restantes hasta el final del período de la concesión, no presenta esa limitación.

Sin embargo en casos de Contratos de Financiación muy rígidos donde la obligación del cumplimiento de un determinado valor del ratio de cobertura de intereses (o del servicio de la deuda) puede suponer contractualmente un supuesto de incumplimiento que conlleve la cancelación anticipada del préstamo, tiene más sentido utilizar el método *Project Finance* como una medición del riesgo de impago de la empresa.

Ventajas y desventajas de cada modelo

La principal ventaja que ofrece el método KMV es la mayor flexibilidad que ofrece al evaluar la viabilidad financiera del proyecto. Al considerar el método KMV todos los flujos del proyecto, no se encuentra constreñido como el método Project Finance a una determinada estructura temporal de la deuda.

De este modo, el uso del método de KMV puede evitar el error de rechazar un proyecto que es financieramente viable en sí, pero que presenta un alto riesgo de crédito debido a una estructuración del calendario del servicio de la deuda inadecuado.

Además en los proyectos en que el período de cola (número de años sin deuda que restan hasta el final de la concesión) es alto, el uso de la metodología *Project Finance* para medir el riesgo de impago a través de los ratios de cobertura de intereses o del servicio de la deuda resulta inadecuado. Ya que si los flujos de caja de un determinado año son insuficientes para el repago de la deuda, la sociedad concesionaria podría solicitar una línea contingente de crédito para afrontar el pago que podría devolver en los siguientes años.

El método *Project Finance* depende enormemente sin embargo del calendario del servicio de la deuda en que se ha estructurado el proyecto. Cuando los activos de una empresa no son líquidos (como es habitual en los proyectos de infraestructuras) y el calendario de la deuda es una obligación contraída en firme por una empresa, puede tener sentido utilizar el método *Project Finance* ya que proporciona información sobre la probabilidad de que la empresa pueda cumplir con el siguiente pago de la deuda que tiene comprometido.

Supuestos bajo los que conviene utilizar uno u otro modelo

La utilización del método KMV resulta más correcta cuando se pretende analizar la viabilidad financiera de un proyecto en una fase previa de evaluación. En ese supuesto es más adecuado tener en cuenta todos los flujos de caja del proyecto para valorar el nivel de riesgo, sin las estrecheces de un determinado calendario temporal de la deuda.

Sin embargo, cuando el proyecto ya está en marcha y las condiciones de devolución de la deuda ya están fijadas a través de un contrato con una entidad financiera y las condiciones de cumplimiento del contrato son muy rígidas; puede resultar más relevante la utilización del método *Project Finance* para la medición del riesgo de crédito. Especialmente en situaciones de restricciones de crédito, donde las entidades financieras son muy estrictas con el cumplimiento de los *covenants* del contrato de financiación y las posibilidades de refinanciación son limitadas.

En resumen, la razón de cuando es más apropiado el uso de uno u otro modelo depende de la relevancia que tiene el calendario temporal del servicio de la deuda y la rigidez de la misma. Si para la empresa tiene un gran impacto el cumplir estrictamente el calendario de una determinada deuda resulta más apropiado utilizar el método *Project Finance*; mientras que si lo que se pretende es evaluar si los flujos de caja de un proyecto resultan o no suficientes para asegurar el repago de la deuda con que se ha de financiar el proyecto es más apropiado utilizar el método de KMV.

7.8.2. APLICACIONES EN EL MERCADO

Desde los primeros modelos de valoración de opciones desarrollados por Black y Scholes (1973) y Merton (1974), se ha avanzado mucho en el desarrollo de modelos de evaluación del riesgo de crédito basados en la teoría de opciones. Cabe mencionar los modelos de evaluación del riesgo de crédito como CreditMetrics, desarrollado por JP. Morgan (Gupton, G. et al., 1997), CreditRisk+ de Credit Suisse (Dullmann, K. y Trapp, M., 2004; Martin, R., 2004) y KMV CreditMark de Moody's (McAndrew, A., 2004; Zeng, B. y Zhang, J., 2001); así como numerosos estudios relacionados con la medición del riesgo de crédito (Delianedis, G., y Geske, R., 1998; Gordy, M., 2000; Duffie, D., y Singleton, K., 2003; Hamerle, A., y Rösch, D., 2003; Lando, D., 2004).

Sin embargo, como se ha indicado previamente, la aplicación de estos modelos se ha limitado en su mayoría a la gestión del riesgo de crédito en carteras de inversión y activos financieros que cotizan en el mercado de capitales, siendo escasa su aplicación a la evaluación del riesgo de crédito en proyectos de infraestructuras. Aunque en los últimos años a través del desarrollo de las opciones reales se ha avanzado considerablemente en la evaluación del riesgo de crédito de proyectos de infraestructuras (Chiara, N., 2006), son muy escasos todavía los estudios que desarrollan la aplicación de modelos estructurales de riesgo de crédito aplicados a proyectos de infraestructuras.

La aplicación de KMV a empresas que no cotizan en mercados financieros presenta una serie de limitaciones. Al estar el modelo KMV basado en la teoría de opciones, estas limitaciones son similares a la aplicación de la metodología de valoración de opciones financieras a la valoración de proyectos mediante opciones reales.

Estas limitaciones se deben a que la teoría de valoración de opciones se basa en que es posible construir una cartera que replique los flujos de caja generados por la opción a valorar, lo que se realiza adquiriendo el activo subyacente y prestando o endeudándose al tipo de interés sin

riesgo. Sin embargo, resulta prácticamente imposible encontrar un activo de réplica para gran parte de las inversiones reales, cuyos flujos de caja se correspondan totalmente con el proyecto objeto de estudio Copeland, T. y Antikarov, V. (2001). Eso también explica que los proyectos de infraestructuras tengan riesgos específicos que no puedan ser diversificados.

No obstante, estas limitaciones no invalidan la aplicación de la metodología de opciones reales o la metodología KMV a la valoración de proyectos de inversión. Como señalan diversos estudios como el elaborado por Mascareñas, J. et al. (2004), se pueden valorar activos reales mediante la adaptación de la metodología de valoración de las opciones financieras aplicada a las opciones reales.

7.9. REVISIÓN LITERATURA RIESGO DE CRÉDITO

En la siguiente tabla se muestra una revisión de la literatura reciente junto con otros trabajos relevantes, sobre métodos de riesgos de crédito, que analizan diversos aspectos como: programas de “scoring” (Canbolat, M.A., y Gümrah, A., 2015), modelos estructurales de riesgo de crédito (Nagel, S., y Purnanandam, A., 2015; Aragonés, J.R., Blanco, C., y Iniesta, F., 2009; Ericsson J., y Reneby J., 2006; y Martin, R., 2004), “credit enhancement” de emisiones de bonos mediante monolines (Zhang, Z.Y., Teng J., Fu Q., y Zou, W.L., 2014), efecto de las garantías públicas sobre el precio de los préstamos (Gong, D., 2014), matrices de transición de riesgo de crédito (Kong, D., Tjong, R.L.K., Cheah, C.Y.J., Permana, A., y Ehrlich, M., 2008; y Giesecke, K., 2004b), el efecto del vencimiento del préstamo en el riesgo de crédito (Sorge, M., 2004), modelos de correlación (Zeng, B., y Zhang, J., 2001), datos muestrales de impagos (Hamerle, A. y Rösch, D., 2003), probabilidades de impago neutrales al riesgo (Delianedis, G., y Geske, R., 1998), modelos comerciales de riesgo de crédito como CreditRisk+ (Dullmann, K. y Trapp, M., 2004), Creditmark (McAndrew, A., 2004), Creditmetrics (Crouhy, M., Galai, D. y Mark, R., 2000; y Gupton, G., Finger, C. y Bhatia, M., 1997), KMV (Bharath, S.T., y Shumway, T., 2004; Crosbie, P. y Bohn, J., 2003; y Vasicek, O., 1984), o INFRISK (Dailami, M., Lipkovich, I. y Van Dyck, J., 1999), o comparativa de diferentes modelos de riesgo de crédito (Lando, D., 2004; Duffie, D. y Singleton, K., 2003; y Gordy, M., 2000), garantía de ingresos (Chiara, N., 2006), estructura de riesgo de los tipos de interés (Merton, R., 1974) o valoración de opciones reales (Copeland, T. y Antikarov, V., 2001).

Tabla 35. Revisión Literatura Riesgo de Crédito

Autores	Contenido de los Estudios
Canbolat, M.A., & Gümrah, A. (2015) “Analysis of Credit Risk Measurement Models in the Evaluation of Credit Demands”	<p>Objetivos y Metodología: El objetivo del estudio es compilar revisiones de la literatura sobre métodos de medida de riesgo de crédito usados para la evaluación de demandas de crédito. La metodología empleada es revisar publicaciones impresas y artículos de bases de datos.</p> <p>Resultados y Aportaciones: El estudio recomienda la utilización de programas de <i>scoring</i> para determinar el riesgo de crédito. Para ello sugiere utilizar técnicas de análisis de estados financieros que tengan en cuenta los siguientes criterios: comparativa de estados financieros, análisis vertical, análisis de ratios y flujos de caja.</p>
Nagel, S., & Purnanandam, A. (2015) “Bank Risk Dynamics and Distance to Default”	<p>Objetivos y Metodología: El estudio adapta los modelos estructurales de riesgo de crédito para tener en cuenta la naturaleza especial de los activos bancarios. La suposición habitual de que el valor de los activos se distribuye siguiendo una log-normal no es apropiada para los bancos. Los activos bancarios conllevan reclamaciones de deudas, lo que implican que los activos bancarios integran una opción put sobre los activos de los prestatarios; lo que lleva a una rentabilidad cóncava. Esto tiene consecuencias importantes en la dinámica de riesgo de los bancos y en la estimación del <i>distance to default</i>.</p>

	<p>Resultados y Aportaciones: Debido a la no linealidad en la rentabilidad, la volatilidad de los activos bancarios aumenta tras <i>shocks</i> negativos en el valor de los activos de los prestatarios. Por lo que los modelos estructurales estándar (en los cuales la volatilidad del activo es asumida que es constante) pueden minimizar el riesgo de crédito de los bancos cuando el ciclo económico es positivo y los valores de los activos son altos. La rentabilidad cóncava de los bancos hace que los activos bancarios sean mucho más sensibles a <i>shocks</i> negativos que lo estimado en los modelos estructurales estándar.</p>
Zhang, Z.Y., Teng, J., Fu, Q., & Zou, W.L. (2014) "Analyses of the Credit Enhancement of BOT Project Finance"	<p>Objetivos y Metodología: El estudio analiza el <i>Credit Enhancement</i> de proyectos BOT en dos etapas: la entidad proyecto y una garantía de crédito externa. El objetivo del estudio es establecer una referencia para el riesgo de crédito de un <i>Project Finance</i>.</p> <p>Resultados y Aportaciones: El diseño de la compañía proyecto BOT y la relación con la aseguradora <i>monoline</i> son las variables que mayor impacto tienen en el aumento de eficiencia en la financiación del BOT y en el aumento de la garantía de crédito.</p>
Gong, D. (2014) "Systemic risk-taking at banks: Evidence from the pricing of syndicated loans"	<p>Objetivos y Metodología: El estudio analiza si las garantías públicas dadas a entidades financieras pueden distorsionar las decisiones de financiación de los bancos y causar riesgo sistemático. Para estudiar tales distorsiones analiza el precio de los préstamos sindicados.</p> <p>Resultados y Aportaciones: El estudio observa que en presencia de garantías públicas, los bancos tienen mayores incentivos en tomar riesgo agregado lo que conduce a una mayor correlación entre bancos. Con lo que las garantías públicas distorsionan las decisiones de financiación de la economía.</p>
Aragonés, J.R., Blanco, C., & Iniesta, F. (2009) "Modelización del riesgo de crédito en proyectos de infraestructuras"	<p>Objetivos y Metodología: La evaluación del riesgo de crédito en los proyectos de infraestructuras se ha basado generalmente en la metodología <i>Project Finance</i>, que se centra en estimar si la generación de los flujos de caja del proyecto es capaz de asegurar el pago de la deuda. Otros modelos de evaluación de riesgo de crédito llamados "modelos estructurales" –como KMV– están basados en la teoría de opciones, y se centran en estimar si el valor de los activos al final del periodo de vencimiento de la deuda es superior o no al valor de la deuda.</p> <p>Resultados y Aportaciones: El estudio extiende el uso de la metodología KMV a la medición del riesgo de crédito en proyectos de infraestructuras, y analiza las diferencias de ambos modelos en la medición del riesgo de crédito. Los resultados conseguidos muestran que la metodología KMV obtiene unas probabilidades de impago muy inferiores a las del método <i>Project Finance</i>. Además las funciones de distribución de probabilidad de impago de ambas metodologías son muy distintas. Finalmente, se analiza en qué supuestos resulta más conveniente utilizar una u otra metodología.</p>

<p>Kong, D., Tiong, R.L.K., Cheah, C.Y.J., Permana, A., & Ehrlich, M. (2008) "Assessment of Credit Risk in Project Finance"</p>	<p>Objetivos y Metodología: El objetivo del estudio es establecer un modelo cuantitativo para analizar el riesgo de impago y las pérdidas del préstamo en los proyectos de infraestructuras. El modelo utiliza una matriz de transición de rating crediticio para predecir la probabilidad de impago y la técnica del VAN para estimar la máxima pérdida del préstamo.</p> <p>Resultados y Aportaciones: El modelo utiliza un ejemplo real, la autopista del Hong Kong-Canton para evaluar los resultados del modelo de riesgo de crédito. El modelo es de utilidad para que los prestamistas evalúen su exposición al riesgo de un proyecto a través de cambios en la calificación crediticia en el proyecto, siendo de ayuda para la toma de decisiones y financiación de los prestamistas.</p>
<p>Ericsson, J., & Reneby, J. (2006) "Can Structural Models Price Default Risk? Evidence from Bond and Credit Derivative Markets"</p>	<p>Objetivos y Metodología: El estudio utiliza un conjunto de modelos estructurales, para evaluar el precio de un seguro de impago de deuda (CDS) para una muestra de valores de empresas americanas. Se considera que los CDS están menos influenciados por factores no relacionados con el riesgo de crédito, siendo por ello una fuente interesante para evaluar los modelos de riesgo de crédito. Por robustez, realiza el mismo ejercicio para los <i>spreads</i> sobre los bonos de los mismos emisores en la misma fecha de transacción.</p> <p>Resultados y Aportaciones: El estudio observa que los CDS no son sistemáticamente subestimados, mientras que los <i>spreads</i> de los bonos son sistemáticamente subestimados. Lo que es consistente con que se ven influenciados por variables no relacionadas con el riesgo de crédito. El estudio comprueba que en los residuos de los bonos hay una fuerte evidencia de factores no relacionados con el riesgo de crédito, y en particular un factor de iliquidez. Mientras que los residuos de los CDS no revelan esa dependencia. Lo que sugiere que los modelos estructurales son capaces de capturar el riesgo de crédito cotizado en los mercados, pero fallan en poner un precio adecuado a los bonos debido a riesgos omitidos.</p>
<p>Chiara, N. (2006) "Real options methods for improving economic risk management in infrastructure project finance"</p>	<p>Objetivos y Metodología: El estudio considera que el riesgo de ingresos es un factor esencial en la viabilidad de los proyectos BOT; y como estrategia para mitigar el riesgo de ingresos propone como alternativa que el Gobierno provea una garantía de ingresos, donde se asegure una cantidad mínima de ingresos para un proyecto, y tales garantías tomen la forma de una opción de venta o <i>put</i>.</p> <p>Resultados y Aportaciones: El estudio concluye que las técnicas de valoración habituales carecen de la flexibilidad para estructurar las opciones de ingresos mínimos en una manera que sea económica para el Gobierno y atractiva para el Sector Privado, y suponen que un garante solo (el Gobierno) suscribirá la garantía. El estudio explora el desarrollo de métodos de contratos de mitigación de riesgo de ingresos más flexibles y económicos.</p>

<p>Giesecke, K. (2004b) "Credit risk modeling and valuation: An introduction"</p>	<p>Objetivos y Metodología: El estudio analiza el riesgo de crédito a través de la función de distribución de pérdidas financieras debido a cambios inesperados de la calidad de crédito de una contraparte en un acuerdo financiero.</p> <p>Resultados y Aportaciones: El estudio evalúa diversos modelos estructurales, reducidos y accesos incompletos a la información para estimar probabilidades conjuntas de impago y los precios de valores sensibles al riesgo de crédito.</p>
<p>Martin, R. (2004) "Credit Portfolio Modeling Handbook"</p>	<p>Objetivos y Metodología: El estudio analiza diversas metodologías para analizar el riesgo de crédito, como los modelos reducidos, modelos híbridos y modelos estructurales (o Merton). Analiza tanto el riesgo de activos individuales como carteras de activos.</p> <p>Resultados y Aportaciones: El estudio sirve como una guía muy completa para los gestores de riesgo de crédito tanto para empresas como entidades financieras, explicando en detalle los métodos actuales para la gestión del riesgo de crédito.</p>
<p>Sorge, M. (2004) "The nature of credit risk in project finance"</p>	<p>Objetivos y Metodología: El estudio evalúa si los préstamos con un mayor vencimiento son una fuente de riesgo, y analiza las características principales de los préstamos <i>Project Finance</i>.</p> <p>Resultados y Aportaciones: En <i>Project Finance</i>, el riesgo de crédito tiende a ser relativamente alto al inicio del proyecto, disminuyendo a lo largo de la vida del proyecto. Por ello, los préstamos con un vencimiento a más a largo plazo deberían ser más baratos que los préstamos a corto plazo.</p>
<p>Dullmann, K. & Trapp, M. (2004) "CreditRisk+: a credit risk management framework"</p>	<p>Objetivos y Metodología: El estudio presenta la metodología para la gestión de riesgos de crédito diseñada por Credit Suisse First Boston denominada CreditRisk+.</p> <p>Resultados y Aportaciones: La metodología de análisis de riesgo propuesta cubre las diferentes áreas de gestión del riesgo de crédito: modelización del riesgo de crédito de carteras, provisiones por riesgo de crédito, gestión activa de carteras, derivados de riesgo de crédito, y "asignación de capital" en función del riesgo económico.</p>
<p>McAndrew, A. (2004) "Introduction to Creditmark"</p>	<p>Objetivos y Metodología: El estudio presenta la metodología <i>CreditMark</i> desarrollada por Moody's KMV que es una herramienta de software para la valoración de préstamos y carteras de préstamos a precios de mercado (<i>mark to market</i>), de una forma exacta y a tiempo real.</p> <p>Resultados y Aportaciones: El estudio desarrolla la metodología subyacente de <i>CreditMark</i> que se basa en dos modelos: "<i>Lattice valuation</i>" que es un modelo de migración de crédito que considera los flujos de caja de un préstamo probables durante la vida de un préstamo bajo un rango de posibles migraciones de crédito del prestatario, y "<i>RCV Valuation</i>" que utiliza probabilidades neutrales de riesgo de crédito con las que descuenta los flujos de caja.</p>

<p>Bharath, S.T., & Shumway, T. (2004) "Forecasting Default with the KMV-Merton Model"</p>	<p>Objetivos y Metodología: El estudio evalúa la exactitud de las proyecciones de impago del modelo desarrollado por KMV en base al modelo de Merton (1974) de valoración de bonos. Compara el modelo de KMV-Merton con una alternativa similar pero más simple de calcular que no requiere resolver las dos ecuaciones simultáneas de KMV-Merton. El estudio utiliza valores de acciones de NYSE, AMEX y NASDAQ entre 1980 y 2003, excluyendo de esos valores las empresas financieras.</p> <p>Resultados y Aportaciones: El estudio observa que el modelo KMV-Merton es ligeramente peor prediciendo que el modelo simplificado desarrollado por los autores. El estudio concluye que es posible construir un modelo alternativo sin que sea necesario resolver de forma simultánea las dos ecuaciones no lineales requeridas por el modelo de KMV-Merton.</p>
<p>Lando, D. (2004) "Credit risk modeling: theory and application"</p>	<p>Objetivos y Metodología: El estudio analiza en detalle las diferentes metodologías empleadas para la evaluación del riesgo de crédito.</p> <p>Resultados y Aportaciones: El estudio presenta dos enfoques para el análisis de riesgo de crédito: el basado en los modelos clásicos de valoración de opciones, y un modelo basado en la estimación directa de las probabilidades de impago de los emisores de los valores.</p>
<p>Hamerle, A. & Rösch, D. (2003) "Parameterizing Credit Risk Models"</p>	<p>Objetivos y Metodología: El estudio analiza el problema principal de los modelos de riesgo de crédito que es la falta de datos muestrales de impagos. Con lo que los inputs de entrada de los modelos de riesgo de crédito carecen de evidencia empírica, y como consecuencia los cálculos sobre requerimientos de capital pueden proporcionar resultados muy diferentes.</p> <p>Resultados y Aportaciones: El estudio analiza tres modelos de riesgo de crédito de carteras ampliamente utilizados y muestra como pueden ser parametrizados de forma comparable utilizando un marco de probabilidad. A continuación estima los parámetros de entrada respectivos de los tres modelos usando una amplia base de datos temporal de quiebras de empresas alemanas. Por último analiza las funciones de distribución de probabilidad de pérdidas de los tres modelos. El estudio concluye que las diferencias de los resultados son muy pequeñas cuando las estimaciones empíricas del estudio son usadas.</p>
<p>Crosbie, P. & Bohn, J.R. (2003) "Modeling Default Risk"</p>	<p>Objetivos y Metodología: El estudio analiza los elementos principales que determinan la probabilidad de impago conforme a la metodología KMV: el valor de los activos medido como el VAN del flujo de caja libre futuro, el riesgo del activo que es la incertidumbre del valor del activo, y el nivel de apalancamiento que mide las obligaciones financieras de la empresa.</p> <p>Resultados y Aportaciones: El estudio proporciona metodologías para valorar el riesgo de crédito tanto para activos aislados en base a tres medidas (<i>Default probability</i>, <i>Loss given default</i>, y <i>Migration risk</i>), y carteras de activos que incluye además las</p>

	correlaciones de impago y la exposición al riesgo de crédito de cada contraparte.
Duffie, D. & Singleton, K. (2003). "Credit risk: pricing, measurement and management"	<p>Objetivos y Metodología: El objetivo del estudio es modelizar el riesgo de crédito midiendo el riesgo de una cartera y valorar bonos, derivados de crédito y otros valores expuestos a riesgo de crédito.</p> <p>Resultados y Aportaciones: El estudio evalúa de forma crítica diferentes enfoques conceptuales para valorar y medir los riesgos financieros de activos sensibles al riesgo de crédito, enfocándose especialmente en las fortalezas y debilidades de los métodos actuales.</p>
Zeng, B. & Zhang, J. (2001) "An Empirical Assessment of Asset Correlation Models"	<p>Objetivos y Metodología: El estudio emplea una base de datos de 27.000 empresas de 40 países y 61 industrias diferentes para examinar diferentes modelos de correlación pertenecientes a tres grupos diferentes de modelos de correlación: históricos (utiliza correlaciones pasadas para estimar correlaciones futuras), promedios (la correlación de un valor se aproxima a la correlación promedio de su conjunto de valores) y modelos factoriales (la correlación se debe a factores comunes).</p> <p>Resultados y Aportaciones: El estudio se centra en analizar los resultados de modelos factoriales que pueden ser unifactoriales como <i>Capital Asset Pricing Model</i> (CAPM) o multifactoriales como <i>Arbitrage Pricing Theory</i> (APT). El estudio analiza también dos variantes de modelos unifactoriales y dos versiones multifactoriales del <i>KMV Global Correlation Model</i>.</p>
Copeland, T., & Antikarov, V. (2001) "Real Options. A Practitioner's Guide"	<p>Objetivos y Metodología: El estudio contiene fundamentalmente dos partes. En la primera parte explica la teoría de las opciones reales y como se utilizan para valorar proyectos. En la segunda parte se establece la metodología para la valoración de opciones reales.</p> <p>Resultados y Aportaciones: El estudio presenta diferentes métodos de valoración de opciones reales y muestra como el enfoque de opciones reales y el árbol de decisiones dan resultados idénticos si se utiliza la tasa de descuento correcta. El estudio describe en detalle el uso de Montecarlo para valorar Opciones Reales.</p>
Crouhy, M., Galai, D., & Mark, R. (2000) "A comparative analysis of current credit risk models".	<p>Objetivos y Metodología: El estudio revisa en profundidad cuatro metodologías o modelos de "<i>Credit Value-at-Risk</i>" desarrolladas por diferentes entidades financieras y de consultoría, que se emplean habitualmente en el mercado para medir el riesgo de crédito.</p> <p>Resultados y Aportaciones: El estudio compara cuatro metodologías distintas: el modelo <i>CreditMetrics</i> de JP Morgan (basado en probabilidades de migración de categorías de crédito en un horizonte de tiempo), el modelo estructural KMV de Moody's (basado en el modelo de valoración de Merton donde la probabilidad de impago es endógena y relacionada con la estructura de capital de la empresa), el enfoque actuarial de</p>

	<i>CreditRisk+</i> de Credit Suisse (donde la probabilidad de impago sigue un proceso de Poisson), y el modelo <i>CreditPortfolioView</i> de McKinsey (que es un modelo discreto multi-periodo donde las probabilidades de impago están vinculadas a variables macro que - desempleo, tasas de interés o crecimiento PIB – que determinan el ciclo de crédito en la economía).
Gordy, M. (2000) “A comparative anatomy of credit risk models”	<p>Objetivos y Metodología: El estudio ofrece una comparativa de dos modelos de riesgo de crédito ampliamente utilizados: el modelo <i>CreditMetrics</i> de JP Morgan y el modelo <i>CreditRisk+</i> de Credit Suisse.</p> <p>Resultados y Aportaciones: El estudio muestra que a pesar de las diferencias superficiales de ambos modelos, las estructuras matemáticas subyacentes son similares. El estudio describe donde los dos modelos difieren funcionalmente y que hipótesis de distribución y fórmulas utilizan. A través de la simulación evalúan los efectos de estas diferencias individualmente.</p>
Dailami, M., Lipkovich, I. & Van Dyck, J. (1999) “INFRISK. A computer simulation approach to risk management in infrastructure project finance transactions”	<p>Objetivos y Metodología: El estudio muestra el funcionamiento de <i>INFRISK</i> (desarrollado por el Banco Mundial) que es un programa de gestión de riesgo de crédito adaptado a estructuras financieras tipo <i>Project Finance</i> de proyectos de infraestructuras donde participa el sector privado.</p> <p>Resultados y Aportaciones: El estudio muestra como <i>INFRISK</i> puede analizar los riesgos a los que está expuestos un proyecto como riesgos de mercado, crédito o desempeño desde el punto de vista de los actores principales (gobierno, promotores o prestamistas). El programa genera funciones de distribución de probabilidad para cada año a través de la técnica de simulación de Montecarlo, para lo que puede emplear diferentes funciones de probabilidad (uniforme, normal, beta, lognormal).</p>
Delianedis, G. & Geske, R. (1998) “Credit Risk and Risk Neutral Default Probabilities: Information About Migrations and Defaults”	<p>Objetivos y Metodología: El estudio analiza las propiedades de las opciones basadas en probabilidades de impago neutrales al riesgo (RNDP). El estudio emplea los modelos de difusión de Merton (1974) y Geske (1977).</p> <p>Resultados y Aportaciones: El estudio muestra como las RNDP de los modelos de Merton y Geske proporcionan información temprana sobre las migraciones de rating crediticio. Ambos modelos son por ejemplo capaces de distinguir cuando un valor con rating BBB es más probable que emigre tanto hacia arriba como hacia abajo.</p>
Gupton, G., Finger, C. & Bhatia, M. (1997) “CreditMetrics. A technical Document”	<p>Objetivos y Metodología: El estudio describe el funcionamiento de <i>CreditMetrics</i>, que es una herramienta desarrollada por JP Morgan para cuantificar el riesgo de crédito en carteras de valores (préstamos, bonos, derivados de créditos) donde hay un riesgo de contrapartida.</p> <p>Resultados y Aportaciones: El estudio muestra el marco conceptual de las metodologías de estimación de riesgo de crédito de <i>CreditMetrics</i>, los modelos estadísticos sobre calidad crediticia de los prestatarios, y los instrumentos de exposición al</p>

	riesgo. El modelo se basa en la volatilidad del valor de un valor en base a cambios en la calificación crediticia.
Vasicek, O. (1984) "Credit Valuation"	<p>Objetivos y Metodología: El estudio muestra la metodología de evaluación del riesgo de crédito desarrollada por KMV basada en la teoría de valoración de opciones. Conforme a esta teoría los pasivos de una empresa funcionan como una opción y consecuentemente son valorados como una opción.</p> <p>Resultados y Aportaciones: El estudio analiza el riesgo de impago como la probabilidad de que en el momento del vencimiento del crédito el valor de los activos de la empresa se sitúen por debajo del valor nominal de la deuda.</p>
Merton, R. (1974) "On the Pricing of Corporate Debt: The Risk Structure of Interest Rates"	<p>Objetivos y Metodología: El estudio desarrolla una teoría para la valoración de bonos cuando hay una alta probabilidad de impago, que denomina "teoría de la estructura de riesgo de los tipos de interés".</p> <p>Resultados y Aportaciones: El estudio define el riesgo como la ganancia o pérdida que soporta el dueño del bono por cambios no anticipados en la probabilidad de impago del bono (y no por cambios en las tasas de interés que de forma general afecta de forma inherente a todos los bonos). Con ello se obtiene una estructura temporal de tasas de interés, que explicaría que los diferenciales de rentabilidad entre bonos se deberían únicamente a diferencias en la probabilidad de impago.</p>

Fuente: Elaboración propia

8. OPCIONES REALES

8.1. INTRODUCCIÓN

Las redes de infraestructuras son esenciales para apoyar el desarrollo económico. Los gobiernos de los diferentes países, tanto en economías en desarrollo como en países desarrollados, dedican una parte significativa del presupuesto público al desarrollo y mantenimiento de infraestructuras. Sin embargo, cada vez es mayor la preocupación por una selección eficiente de los proyectos. Las grandes inversiones y la incertidumbre que rodea estos proyectos, requiere de técnicas de análisis de inversiones más sofisticadas.

Simultáneamente hay una tendencia en aumentar la flexibilidad de estos proyectos, permitiendo una adaptación más progresiva al cambio de las condiciones de mercado, con el objetivo de disminuir el riesgo total que afecta estas inversiones (Lee, Y.S., 2007). La flexibilidad de estos proyectos incluye verdaderas opciones reales. Las opciones reales en proyectos de infraestructuras son fundamentalmente posibilidades de cambio que se pueden desarrollar en la fase de planificación y etapa de diseño del proyecto, permitiendo que la infraestructura se pueda adaptar a la incertidumbre sobre el futuro (Martins, J., et al., 2015).

Los proyectos de infraestructura están sujetos a diversas fuentes de incertidumbre internas y externas. La capacidad de prever las incertidumbres dentro de un proyecto y de manejarlas añade valor al proyecto. Aunque comúnmente sea usado para evaluar proyectos, el método del Valor Actual Neto es incapaz de determinar el valor añadido de gestionar el riesgo y la flexibilidad. Las Opciones Reales son un método proveniente de los mercados financieros, que puede ser una herramienta útil para valorar la flexibilidad y el riesgo en los proyectos de infraestructura (Van Rhee, C.G., et al., 2008), y ser de utilidad para mejorar la toma de decisiones en los proyectos de inversión (Favato et al., 2015).

Para promover el uso de las opciones reales en los proyectos de infraestructuras es preciso además del desarrollo de modelos de valoración cuantitativos, mejorar la comprensión del entorno de la toma de decisiones y del comportamiento de los decisores (Garvin, M.J., y Ford, D.N., 2011).

En este capítulo se realiza una descripción de las principales opciones reales que son inherentes a los proyectos de infraestructuras, como son: opciones de ampliación de capacidad mediante el incremento de la inversión, la extensión del período de concesión, garantías sobre ingresos, refinanciación de la deuda o reequilibrio económico-financiero. Se introduce un caso real, en el que se aplica la metodología de valoración de opciones reales a un proyecto de inversión concreto (una terminal portuaria), tomando como referencia para la valoración del subyacente el modelo financiero realizado para estimar los flujos de caja asociados al proyecto.

8.2. VALORACIÓN DE OPCIONES REALES

8.2.1. SIMILITUDES ENTRE OPCIONES FINANCIERAS Y OPCIONES REALES

Para la valoración de opciones reales se emplea tradicionalmente la adaptación de la metodología de valoración de las opciones financieras aplicada a las opciones reales.

En la siguiente tabla se muestra la Equivalencia de parámetros de valoración entre opciones financieras y opciones reales⁴:

Figura 41. Equivalencia entre opciones financieras y opciones reales

Opción Call sobre una Acción	Opción Real
Precio de la acción	Valor actual flujos de caja esperados
Precio de ejercicio	Coste inversión
Vencimiento	Plazo hasta que la oportunidad desaparece
Incertidumbre precio acción	Incertidumbre del valor del proyecto
Tipo de interés libre de riesgo	Tipo de interés libre de riesgo

Fuente: Mascareñas, J. et al (2004). "Opciones reales y valoración de activos"

En el caso de acciones que paguen dividendos antes de la fecha de ejercicio de la opción, el precio de mercado de la acción se ajusta (disminuyendo) para reflejar el dividendo pagado; lo que perjudica al poseedor de una opción de compra (*call*) y beneficia al poseedor de una opción de venta (*put*) ya que el precio de la acción en la fecha de ejercicio será seguramente menor.

No obstante, no todas estas variables afectan al valor de la opción del mismo modo. El efecto total dependerá de la suma de los efectos parciales de cada una de esas variables.

Estudios como el realizado por Haahtela, T. (2012) analizan las diferencias existentes entre las opciones financieras y las opciones reales, en base a diferentes trabajos publicados sobre las características y el uso de las opciones reales y financieras.

⁴ Ver Mascareñas, J., Lamothe, P., López Lubián, F. & de Luna, W. (2004). Opciones reales y valoración de activos. Prentice Hall

8.2.2. MÉTODOS DE VALORACIÓN DE OPCIONES REALES

Las opciones reales en proyectos de inversión se emplean fundamentalmente como un método alternativo de valoración a la utilización del descuento de flujos de caja, cuando existen diferentes fuentes de incertidumbre (Wang, A. y Halal, W., 2010).

La analogía entre las opciones financieras y los proyectos empresariales de inversión propició la traslación de los modelos de valoración desarrollados en el ámbito de los mercados financieros. Sin embargo, la constatación de determinadas divergencias llevó al desarrollo de herramientas de valoración específicas adaptadas a la particular naturaleza de las opciones reales.

Los principales métodos de valoración empleados para las opciones reales son el método binomial con árboles de decisión (Mascareñas, J., 2011), el método de valoración de opciones Black-Scholes y Merton y la simulación de Montecarlo.

El método binomial⁵ es el más sencillo de aplicar y es el más intuitivo de entender. Este método de valoración de opciones financieras en tiempo discreto fue desarrollado por Cox, J., Ross, S., y Rubinstein, M. (1979).

En 1973, Black, F., y Scholes, M. e independientemente Merton, R. utilizaron el movimiento geométrico Browniano para asignar precio a las opciones⁶. La fórmula de Black y Scholes a diferencia del método binomial es un modelo a tiempo continuo. El método de valoración se basa en una cartera formada por un activo con riesgo (una acción) que tiene una volatilidad asociada y un activo libre de riesgo.

El método de simulación de Montecarlo se utiliza para simular un rango amplio de procesos estocásticos. El número de simulaciones dependerá del nivel de exactitud que queramos obtener con el modelo. Normalmente a partir de 10.000 simulaciones los resultados obtenidos son fiables. En la práctica en la valoración de opciones reales de proyectos de infraestructuras donde existe un modelo financiero que simula los resultados del proyecto, el método más empleado es la simulación de Montecarlo, asignando funciones de distribución de probabilidad a las variables que suponen las principales fuentes de incertidumbre del proyecto.

Existen numerosos estudios que explican en detalle la utilización del método de Montecarlo para la valoración de opciones reales como los trabajos elaborados por Jäckel, P. (2002), Rogers, L.C. (2002), Kodukula, P. y Papudesu, C. (2006), Lemieux, C. (2009), o más recientemente Lamothe, P. y Méndez, M. (2013)⁷.

⁵ Ver Mascareñas, J. (2011). Opciones Reales: Valoración por el método binomial. Universidad Complutense de Madrid

⁶ Ver Margalef-Roig, J., & Miret-Artes, S. (2004). Cálculo estocástico aplicado a las finanzas: Precio de las opciones según el método Black-Scholes-Merton y algunas generalizaciones. Ministerio de Ciencia y Tecnología

⁷ Ver Lamothe, P., & Méndez, M. (2013). Opciones Reales Métodos de Simulación y Valoración. Ecobook

8.2.3. USO DEL MÉTODO DE MONTECARLO PARA VALORACIÓN DE OPCIONES REALES

Desarrollo del Método de Montecarlo en la valoración de opciones de proyectos de inversión

Uno de los problemas con que se enfrentaba la simulación de Montecarlo para la valoración de opciones era estimar el valor de la opción cuando había múltiples fechas de ejercicio. Mientras que como indicaba Hull, J.C. (1993) la estimación del valor de las opciones europeas mediante el empleo de Montecarlo era relativamente sencilla, el poder estimar el valor de las opciones americanas es un proceso mucho más complicado.

Diversos trabajos realizados en la década de los 90 como Tilley (1993), Barranquand y Martineau (1995), Grant, Vora y Weeks (1996), y Broadie y Glasserman (1997) permitieron combinar la Simulación de Montecarlo con técnicas de programación dinámica para la valoración de opciones. La simulación de Montecarlo por sí sola, no es un método suficiente para estimar la política óptima de ejercicio de las opciones, sino se ha de combinar con técnicas de programación dinámica para la correcta valoración de las opciones. Fu et al. (2001), compara en un estudio los diversos algoritmos desarrollados en los 90, empleados conjuntamente con la simulación de Montecarlo, para la valoración de opciones americanas.

Longstaff y Schwartz (2001) desarrolló un método empleando mínimos cuadrados y la simulación de Montecarlo para la estimación de la política óptima de ejercicio en el caso de opciones americanas mediante el empleo de regresiones estadísticas. El algoritmo de Longstaff y Schwartz (2001) para la valoración de opciones reales se ha aplicado en numerosos campos, como en la valoración de empresas de Internet (Schwartz y Moon, 2001; Lamothe y Aragón, 2002), proyectos de energía (Eydeland y Wolyniec, 2003), patentes y proyectos de investigación y desarrollo (Schwartz, 2004), empresas farmacéuticas (León y Piñeiro, 2004), o para proyectos con múltiples fuentes de incertidumbre (Alonso, 2009).

Diversos estudios como el de Broadie y Glasserman (2004) desarrollaron también otros algoritmos, que igualmente emplean la simulación de Montecarlo, para la valoración de opciones americanas con múltiples fechas de ejercicio.

Exactitud del modelo de Montecarlo en la obtención de valoraciones

La simulación de Montecarlo permite obtener muestras aleatorias de los parámetros estocásticos de los que depende el valor del activo. Lógicamente, no es suficiente con la estimación de una única trayectoria de cada variable para estimar el valor de la opción. Si no que se requiere un gran número de trayectorias para estimar correctamente el valor de la opción.

El número de trayectorias a estimar y el número de períodos temporales hasta el vencimiento de la opción dependen de las características específicas de cada proyecto. Estudios como el de Stentoft (2004), muestran que de forma general aumentar el número de trayectorias mejora la

precisión de la estimación del derecho, mientras que incrementar el número de subintervalos temporales garantiza que dicho valor converja hacia el correcto.

Como indican Alonso et al. (2007), la posibilidad de mejorar la calidad de la aproximación incrementando el número de simulaciones constituye el principal rasgo diferenciador de la simulación de Montecarlo. Esta relación responde al hecho de que el error estándar de la estimación depende inversamente del número de experimentos realizados, cualquiera que sea la dimensión temporal del problema.

Ventajas del Método de Montecarlo frente a otros modelos de valoración de opciones

El método de simulación de Montecarlo tiene la gran ventaja frente al modelo binomial (Cox, Ross y Rubinstein, 1979) en el que mientras en el modelo binomial el número de nodos que componen el árbol crece exponencialmente con el número de variables de estado, en el método de simulación de Montecarlo los recursos requeridos en el cálculo aumentan de manera lineal con el número de variables de estado.

Con lo que mientras que en otros métodos de valoración de opciones el aumento del número de variables aumenta la inoperatividad del modelo por el incremento de recursos que se han de emplear para la resolución del problema, en el método de simulación de Montecarlo su complejidad apenas aumenta con el incremento del número de dimensiones.

Con respecto a otros métodos de valoración de opciones como la fórmula de Black y Scholes, el método de simulación de Montecarlo tiene la ventaja de su versatilidad frente al uso de una fórmula con unos parámetros cerrados que solo tienen aplicación para la valoración de opciones con unas características específicas.

Una de las dificultades de los proyectos de inversión y de las fórmulas de valoración de opciones es la dificultad para identificar de forma previa el valor del subyacente de las opciones reales.

Las fórmulas de valoración de opciones requieren por lo general como input la referencia de un precio de mercado mínimamente eficiente, el cuál suele ser inexistente en la mayoría de proyectos de inversiones. La ausencia de un precio de referencia del subyacente y el carácter multidimensional de las fuentes de incertidumbre de los proyectos, hace que no sea posible en la mayoría de los casos la aplicación de las fórmulas analíticas de valoración de opciones, como la de Black y Scholes, a los proyectos de inversión.

En el método de simulación de Montecarlo, la estimación del valor del subyacente se estima a través de identificar las múltiples fuentes de incertidumbre de las que depende la corriente de los flujos futuros de caja. En estos casos, para la correcta aplicación del Método de Montecarlo se requiere determinar de forma simultánea el valor del subyacente y sus opciones y el desplazamiento de los argumentos de la réplica y el arbitraje sobre las variables últimas de las que dependen los flujos de caja.

Otra gran ventaja del Método de Montecarlo es la flexibilidad del modelo para considerar cualquier patrón estocástico de las fuentes de incertidumbre. Esto es, a diferencia de la aplicación de otras fórmulas de valoración de opciones como las basadas en el modelo de Black y Scholes, la simulación de Montecarlo no está restringida al proceso Geométrico-Browniano, sino que puede emplear cualquier otro tipo de comportamiento estocástico.

Respecto a otros métodos de valoración, la simulación de Montecarlo presenta la ventaja de que su tasa de convergencia al valor cierto no depende de la dimensión del problema, lo que es especialmente útil para evaluar problemas de gran dimensión (Glasserman, 2004).

El uso del método de Montecarlo permite superar gran parte de los problemas a la hora de poder valorar, mediante un método fiable y sencillo de aplicar, las opciones reales de los proyectos de inversión. La versatilidad de la simulación de Montecarlo permite valorar todo tipo de activos, sea cual sea el tipo de comportamiento estocástico y el número de fuentes de incertidumbre.

Actualmente, el método de simulación de Montecarlo ha logrado posicionarse entre los principales procedimientos numéricos para la valoración de derivados financieros y, en convertirse en la principal herramienta de valoración en el ámbito de las opciones reales.

Uso de las opciones reales frente al método de descuentos de flujos de caja

La carencia de un modelo general de opciones reales susceptible de aplicación a la mayor parte de proyectos de inversión ha dificultado durante años la utilización práctica del enfoque de opciones reales, frente a la utilización más sencilla de aplicar – pero más inexacta en sus valoraciones cuando hay fuentes de incertidumbre – del método de descuento de flujos de caja.

Como indican Alonso et al. (2007), el enfoque de las opciones reales proporciona herramientas cuantitativas apropiadas para la valoración de la empresa y sus inversiones, que resultan de la aplicación de los modelos desarrollados en el campo de los derivados financieros. Sin embargo, la valoración mediante el enfoque de las opciones reales adolece de algunos problemas operativos. A pesar de la reconocida superioridad teórica de sus fundamentos, la ausencia de una fórmula única y de aplicación generalizada - de la que sí dispone el modelo de descuento de flujos de caja - dificulta la adopción del enfoque de opciones reales en la práctica empresarial. Asimismo, la amplia variedad de derechos y activos subyacentes que caracterizan a las distintas opciones reales motiva el desarrollo de múltiples fórmulas analíticas y métodos numéricos de valoración, cada uno de ellos apropiado para un ámbito de aplicación limitado.

Este panorama ha comenzado a cambiar a raíz de las nuevas propuestas de valoración basadas en la combinación de la simulación de Montecarlo, la programación dinámica y la regresión estadística. Se trata de modelos flexibles capaces de valorar cualquier tipo de inversión con independencia de la naturaleza de sus opciones y de sus fuentes de incertidumbre. El problema de este tipo de procedimientos radica en que su aplicación requiere un elevado volumen de cálculo, tan sólo asumible mediante su automatización en un paquete informático (como por ejemplo, Excel).

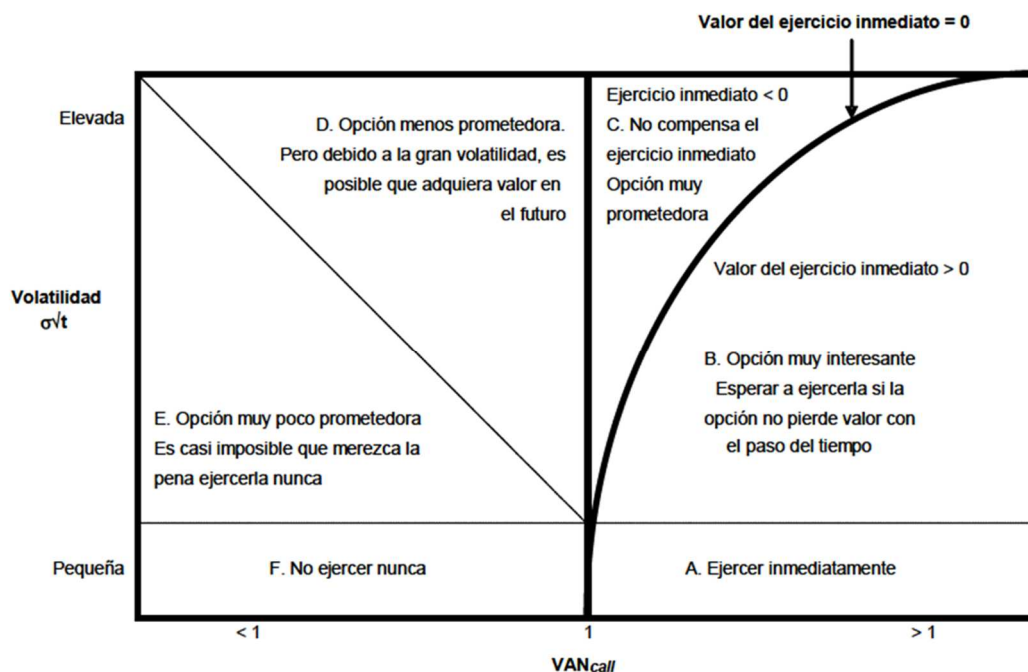
8.2.4. CLASIFICACIÓN DE LAS OPCIONES SEGÚN EL INTERÉS EN EJERCER LA OPCIÓN

Si el proyecto está compuesto únicamente por una opción call acometeremos el proyecto si el $VAN_{call} > 0$. Si hay que realizar alguna inversión para acometer el proyecto, entonces acometeremos el proyecto si el $VAN_{call} > VAN_{inversión\ necesaria}$. La condición anterior se puede expresar mediante la siguiente fórmula:

$$VAN_{call} = \frac{VAN(\text{flujos esperados si se ejerce la opción})}{VAN(\text{inversión necesaria para ejercer la opción})}$$

Conforme a la fórmula anterior interesa ejecutar el proyecto si el $VAN_{call} > 1$. En la siguiente figura ⁸ se dividen el valor de las opciones en seis tipos según si interesa o no ejercer la opción:

Figura 42. Tipos de opciones según si compensa o no ejercerlas



Fuente: Fernández, P. (2008). Valoración de Opciones Reales: dificultades, problemas y errores

Conforme a la figura anterior, las opciones se pueden clasificar en:

- **Opciones (tipo A) con muy poca volatilidad y VAN superior a 1:** Estas opciones interesa ejercerlas inmediatamente ya que el esperar no le añade valor por la baja volatilidad.
- **Opciones (tipo B) con mayor volatilidad, VAN superior a 1 y valor del ejercicio inmediato positivo:** Son opciones en las que se obtiene una rentabilidad ejerciéndolas inmediatamente, pero en las que esperar añade valor debido a la mayor volatilidad.
- **Opciones (tipo C) con alta volatilidad, VAN superior a 1 y valor del ejercicio inmediato negativo:** Son opciones prometedoras que no compensa ejercerlas inmediatamente

⁸ Ver Fernández, P. (2008). Valoración de Opciones Reales: dificultades, problemas y errores. IESE CIIF

porque la rentabilidad actual es negativa, pero que compensa mantenerlas porque la espera les añade valor debido a la volatilidad.

- **Opciones (tipo D) con alta volatilidad, VAN inferior a 1 y valor del ejercicio inmediato negativo:** Son opciones menos prometedoras que no compensa ejercerlas inmediatamente porque la rentabilidad actual es negativa, pero que compensa mantenerlas porque la espera les añade valor debido a la volatilidad.
- **Opciones (tipo E) con volatilidad moderada, VAN inferior a 1 y valor del ejercicio inmediato negativo:** Son opciones poco prometedoras que no compensa ejercerlas inmediatamente porque la rentabilidad actual es negativa, y que con las expectativas actuales de volatilidad no compensará ejercerlas nunca.
- **Opciones (tipo F) con baja volatilidad, VAN inferior a 1 y valor del ejercicio inmediato negativo:** Son opciones que no compensa ejercerlas nunca ya que el valor del ejercicio inmediato es negativo, y tienen muy poca volatilidad.

8.2.5. TIPOS PRINCIPALES DE OPCIONES REALES

Las opciones reales se pueden clasificar de muchas maneras según sean simples o compuestas, se refieran a un único activo o pueda incluir a varios, o tengan una o varias fuentes de incertidumbre.

Algunos de los principales tipos de opciones reales son:

- **Opción de Abandono (*abandon*).** Esta opción proporciona a su propietario el derecho a vender, liquidar, cerrar o abandonar un proyecto a cambio de un precio, que puede ser la totalidad o parte de los costes incurridos.

Si la opción de abandono del proyecto solo puede ser en una fecha dada es una opción tipo europea, si la opción de abandono puede realizarse en cualquier momento es una opción tipo americana. El valor del proyecto con la opción de abandono americana es mayor que con la opción de abandono europea, porque las opciones americanas ofrecen mayor flexibilidad y por tanto son más valiosas para los inversores privados (Rakić, B., y Rađenović, T., 2014).

Este tipo de opciones, es muy habitual en capital-riesgo cuando comprometen una inversión en diferentes etapas en una nueva empresa o *start-up*, lo que les permite mantener la opción de abandonar el proyecto en cuanto no vean viable su futuro. Siendo la razón principal de racionar el dinero invertido a través de etapas el mantenimiento de la opción de abandono.

Un ejemplo de este tipo de opciones en proyectos de infraestructuras es la opción de abandonar la concesión si continuar con el proyecto genera más pérdidas que abandonarlo de forma temprana (ejemplo, una constructora que resulta adjudicataria de explotar una carretera, si tras la evaluación detallada del proyecto considera que no va a ser rentable puede renunciar al proyecto perdiendo la garantía de ejecución del contrato o *performance bond*).

- **Opción a Diferir** (*defer*). Esta opción proporciona a su propietario el derecho a retrasar el inicio de un proyecto, lo que permite al inversor obtener mejor información y reducir la incertidumbre (Santos, L., et al., 2014).
Un ejemplo de este tipo de opciones en proyectos de infraestructuras es la opción de no realizar una inversión de ampliación hasta que se alcance el máximo de capacidad de la infraestructura (ejemplo, no realizar la segunda fase de una terminal portuaria hasta que el tráfico no alcanza el máximo de capacidad de la primera fase).
- **Opción de Expansión** (*expand or growth*). Esta opción proporciona el derecho a aumentar la escala de un proyecto, a cambio de un precio que puede ser la cantidad a invertir en el proyecto.
Un ejemplo de este tipo de opciones en proyectos de infraestructuras es la opción de poder realizar una inversión de ampliación de una infraestructura (ejemplo, ampliar una terminal de pasajeros con el fin de poder asumir un mayor volumen de tráfico en un aeropuerto).
- **Opción de Contracción** (*contract or scale back*). Esta opción proporciona el derecho a reducir la escala de un proyecto, a cambio de un precio que puede ser por la venta de parte del activo o los ahorros por reducir la actividad.
Un ejemplo de este tipo de opciones en proyectos de infraestructuras es la opción de poder reducir el volumen de actividad de un servicio (ejemplo, una línea de autobuses puede reducir la frecuencia de la línea si la demanda desciende bajo un determinado umbral y decidir vender parte de la flota de autobuses que se ha dejado de utilizar).
- **Opción a Extender** (*extend*). Esta opción proporciona el derecho de extender la vida de un activo, a cambio de un precio que es el coste directo de extender la vida de un proyecto.
Un ejemplo de este tipo de opciones en proyectos de infraestructuras es la opción de aumentar el plazo de una concesión (ejemplo, la concesión de una terminal portuaria puede extender el plazo de la concesión a cambio de realizar una inversión adicional).
- **Opción a Escoger** (*switch*). Esta opción proporciona el derecho a utilizar tecnologías alternativas dependiendo de los precios de los inputs, a cambio de un precio que puede ser la inversión requerida para tener esa flexibilidad.
Un ejemplo de este tipo de opciones en proyectos de energía sería combinar diferentes tipos de tecnologías para asegurarse una determinada producción independientemente de la estación anual (ejemplo, combinar la construcción de un parque eólico junto con un parque fotovoltaico para que en verano cuando suele haber menos viento utilizar principalmente la producción fotovoltaica y en invierno cuando hay más viento pero menos radiación solar utilizar principalmente la producción del parque eólico).
- **Opción de Flexibilidad** (*flexibility*). Esta opción proporciona el derecho pero no la obligación de ejecutar la opción. La flexibilidad contractual en un PPP permite al concesionario poder adaptar, bajo ciertas condiciones, la infraestructura y la prestación del servicio cuando una nueva información es conocida, lo que aumenta el valor del proyecto (Oliveira, C., y Cunha, R., 2013).

Un ejemplo de este tipo de opciones en proyectos de infraestructuras es que el Concesionario pueda decidir o no aumentar la capacidad de la infraestructura aunque la infraestructura sea escalable y se haya llegado al máximo de la capacidad actual (ejemplo, el Concesionario de una terminal portuaria que haya llegado al máximo de capacidad y tiene la opción de incrementar la capacidad de la terminal comprando grúas adicionales puede decidir no realizar la inversión si el plazo restante de la concesión no le permite rentabilizar la compra de las nuevas grúas).

- **Opciones Compuestas** (*compound*). Las opciones compuestas incluyen en una misma opción diferentes opciones que pueden ser ejercidas de forma secuencial, a cambio de un precio que puede ser la inversión adicional.

Un ejemplo de este tipo de opciones en proyectos de infraestructuras son aquellos proyectos donde la inversión se puede realizar de forma escalable o por fases (ejemplo, el concesionario de una terminal portuaria que tras construir la primera fase de proyecto tiene la opción de si el tráfico supera la capacidad de la primera fase de ampliar la terminal en una segunda fase).

- **Opciones Arcoíris** (*rainbow*). Son opciones en las que hay múltiples fuentes de incertidumbre y el valor de la opción depende de dos o más activos subyacentes (ejemplo el precio de la unidad y la cantidad que puede ser vendida).

En prácticamente todos los proyectos de infraestructuras hay diferentes fuentes de incertidumbre. Hay infraestructuras como las autopistas de peaje con sistemas tarifarios muy previsibles donde casi la única fuente de incertidumbre es el tráfico, pero hay otras infraestructuras como los aeropuertos y terminales portuarias que están sujetas a un nivel de competencia mayor y en las que hay diferentes fuentes de incertidumbre relevantes como el nivel de tráfico y las tarifas a cobrar.

- **Opciones en exclusiva** (*proprietary*) y **opciones compartidas** (*shared*). Kester (1984) observó que las empresas tienden a adelantar las inversiones a pesar de tener la posibilidad de diferir esas inversiones en el tiempo porque una opción es más valiosa cuando se posee en exclusiva que cuando es compartida con los competidores que pueden replicar la inversión y reducir la rentabilidad del proyecto.

La mayoría de proyectos de infraestructuras son opciones en exclusiva o propietarias y el tiempo para su ejecución viene determinado por el proceso de licitación de la Administración concedente de proyecto. Sin embargo, si han sido habituales las opciones compartidas en proyectos de energía. Un ejemplo de ello, fue la fiebre por la energía solar fotovoltaica en España hasta finales de 2009. Los promotores de parques intentaban adjudicarse la mayor cantidad de proyectos en el menor plazo posible porque de este modo se aseguraban entrar con una prima mayor (ya que las primas dadas por el Gobierno para toda la vida de la instalación disminuían cada año conforme la tecnología era más madura y los costes de inversión eran menores) y poder vender el proyecto a un mayor precio a inversores financieros (el número de inversores y el sobreprecio que estaban dispuestos a pagar disminuía conforme había más proyectos disponibles).

8.3. TIPOS DE OPCIONES REALES EN PROYECTOS DE INFRAESTRUCTURAS

8.3.1. INTRODUCCIÓN

En los últimos años con la extensión de las fórmulas PPP (*public-private-partnership*) o contratos de cooperación entre entes públicos y privados, se ha extendido la participación del sector privado en el desarrollo y gestión de proyectos de infraestructuras.

Por la propia naturaleza de los proyectos de infraestructuras, - que cuentan con un alto nivel de especificidad de los activos y riesgos específicos que no pueden ser diversificados en los mercados financieros -; este tipo de proyectos con riesgos privados son muy proclives al análisis de las opciones reales.

La valoración de opciones reales de proyectos de infraestructuras no es un proceso sencillo. Exige una evaluación analítica para identificar y plantear correctamente las diferentes opciones, y la estimación de los diferentes parámetros, algunos de los cuáles como la volatilidad no son sencillos de estimar (Brandão, L.E., et al., 2012).

De hecho muchos de estos proyectos incluyen opciones reales, que sin embargo no suelen ser valoradas explícitamente por las Administraciones Públicas o los inversores privados.

8.3.2. EXCLUSIVIDAD TEMPORAL DE LA INFRAESTRUCTURA

En los proyectos de infraestructuras es frecuente que la Administración garantice al Concesionario una exclusividad en un determinado ámbito geográfico durante un período de tiempo determinado. De este modo la Administración garantiza al concesionario contractualmente que no otorgará durante la vigencia del contrato de concesión o durante un período de tiempo determinado otras concesiones de igual propósito o similares dentro del área de influencia de la concesión. En caso contrario, el Concesionario puede reclamar un reequilibrio económico-financiero de la concesión.

Estas exclusividades son habituales en proyectos de autopistas de peaje, terminales portuarias y aeropuertos. Donde para recuperar su inversión inicial, el Concesionario precisa de garantías de que el Estado no desarrollara infraestructuras competidoras que perjudiquen las previsiones de demanda de la infraestructura concesionada.

Por ejemplo, en el caso concreto del contrato de concesión del Aeropuerto Internacional de Lima, el Estado Peruano se obligó a no otorgar concesión, autorización o licencia alguna para operar, u operar por sí mismo cualquier nuevo aeropuerto nacional e internacional de uso público que brinde servicios a líneas aéreas comerciales, en un radio de 150 km de la ubicación del aeropuerto otorgado en concesión, durante los primeros veinte años de vigencia de esta última.

8.3.3. GARANTÍAS SOBRE INGRESOS

El Ingreso Mínimo Garantizado (IMG) y la Demanda Mínima Garantizada (DMG) son garantías que otorga el Estado a favor del concesionario por las cuales se compromete a garantizar a éste último un nivel mínimo de ingresos. Estas garantías otorgadas al proyecto, pueden ser valoradas como opciones reales (Lee, H., 2011). Así el IMG garantizará en forma directa un importe mínimo que deberá percibir el Concesionario; mientras la DMG garantizará una demanda mínima del servicio a una tarifa determinada, garantizando así, en última instancia, un nivel mínimo de ingresos. El funcionamiento de estos sistemas es el siguiente:

- **Ingreso Mínimo Garantizado:** El Estado garantiza al Concesionario un ingreso mínimo garantizado de forma que si los ingresos del Concesionario son inferiores al ingreso mínimo el Estado le paga la diferencia. Este ingreso mínimo puede ser un valor anual constante o un valor creciente con el tiempo (ejemplo, Charoenpornpattana et al., 2002; Chiara y Garvin, 2007).
- **Demanda Mínima Garantizada:** El Estado garantiza al Concesionario una demanda mínima. Si la demanda real es inferior al nivel de demanda garantizado, el Estado paga al Concesionario una compensación por los usuarios que estén por debajo del nivel garantizado con una tarifa prefijada. La demanda mínima puede ser constante o creciente con el tiempo (ejemplo, Brandão y Saraiva, 2007).

En cualquiera de estos esquemas, si por cualquier variable los ingresos o la demanda bajaran y no se alcanzara al final del ejercicio el ingreso o demanda mínima garantizada, el Estado estará obligado a cubrir la diferencia derivada del flujo de ingresos efectivamente percibidos, y el flujo de ingresos garantizados. En rigor, no existen diferencias sustanciales entre el IMG y la DMG usándose uno u otro sistema dependiendo del tipo de proyecto en el que se vaya a implementar.

Estos esquemas de limitación del riesgo de demanda suelen incluirse en aquellos contratos de concesiones donde existe una alta incertidumbre sobre la demanda, o por las características del proyecto las entidades financieras son reacias a financiar el proyecto si no está mitigado el riesgo de demanda del proyecto. El objetivo de fijar un IMG o DMG es facilitar la financiación del proyecto garantizando el pago del servicio de deuda de los prestamistas, y asegurar al Concesionario una rentabilidad mínima del proyecto.

Este esquema también es usado por la Administración para garantizarse una flexibilidad en poder introducir cambios a futuro que puedan afectar a concesiones ya otorgadas sin tener que realizar reequilibrios económicos al Concesionario (por ejemplo, para tener la flexibilidad de poder reorganizar concesiones de líneas de autobuses interurbanos).

En ocasiones los contratos de concesión incluyen bandas de demanda o de ingresos mínimos. Mediante este sistema el Estado garantiza una demanda mínima al Concesionario, y a cambio de limitar el riesgo de demanda el Concesionario ha de compartir el exceso de ingresos con el Estado si la demanda real supera un determinado umbral máximo. Esta compartición de ingresos puede ser la totalidad de los ingresos por encima de la banda máxima o un determinado porcentaje que suele ser un 50%.

8.3.4. PAGOS DE CÁNONES EN FUNCIÓN DEL VOLUMEN DE TRÁFICO

Un sistema inverso al Ingreso Mínimo Garantizado o Demanda Mínima Garantizada es establecer un Canon a pagar por el Concesionario en función del volumen de tráfico.

Mediante este sistema si la demanda del Concesionario es inferior a un determinado volumen, el Concesionario reduce el pago de los cánones a la Administración. De este modo, ante una situación de baja demanda se limitan las pérdidas del Concesionario.

Existen muchas concesiones como las concesiones portuarias donde los Concesionarios han de pagar a la Autoridad Portuaria un Canon Fijo por ocupación de la superficie de la terminal y un Canon Variable en función del número de TEUs o toneladas manipuladas.

Lógicamente el Canon Variable disminuye si el tráfico desciende, pero el Canon Fijo permanece constante. Eso ha hecho que muchas concesiones portuarias tuviesen con la crisis económica dificultades para poder pagar los cánones fijos y las Administraciones Portuarias accediesen en algunos casos a aplicar reducciones de los cánones fijos para evitar el abandono de concesiones.

La introducción explícita en los contratos de concesiones de un sistema que vincule el nivel del Canon Fijo a las condiciones de mercado globales o a los niveles de tráfico de la concesión, facilitaría a los Concesionarios absorber situaciones de descenso de la actividad económica.

8.3.5. INCREMENTO DE LA INVERSIÓN

8.3.5.1. AUMENTO DE CAPACIDAD

En estas situaciones el Concesionario tiene la opción de invertir para aumentar la capacidad de la infraestructura y por tanto la posibilidad de tener una mayor demanda y mayores ingresos, o ver extendido el plazo de la concesión.

Ejemplo de inversiones para aumento de capacidad, son la construcción de un carril adicional en una autopista, la ampliación de la superficie de una terminal portuaria o la construcción de una nueva terminal de pasajeros o de una nueva pista en un aeropuerto.

Las opciones de aumento de capacidad tienen sentido cuando la inversión es escalable en función de la demanda. Como por ejemplo, el número de grúas en una terminal portuaria. En esa situación, lo óptimo desde el punto de vista financiero es retrasar la inversión hasta que la demanda alcance el máximo de capacidad. De esta manera, se retrasan los costes de la inversión acercándolos al momento temporal en que se producen los mayores ingresos derivados de la mayor demanda.

Estas opciones no tienen sentido en aquellos sistemas muy rígidos, donde escalar cualquier aumento de capacidad conllevaría unos costes de instalación mucho mayores que la instalación de capacidad ociosa desde el inicio. Un ejemplo sería una red de tuberías donde sea más económico instalar una tubería de gran diámetro desde el inicio que ir cambiando la tubería por otra de mayor diámetro cuando aumenta la demanda.

8.3.5.2. MEJORA DEL SERVICIO

Es frecuente también en proyectos de infraestructuras opciones reales de inversión cuya finalidad es la mejora del servicio. Por ejemplo, la inversión en la renovación de una flota de autobuses en una concesión de una línea urbana suele tener como finalidad mejorar la calidad y la percepción del servicio aunque no haya un aumento de la capacidad. Otro ejemplo sería la renovación del material rodante en una línea de metro o ferrocarril.

Lógicamente un inversor privado no tiene un incentivo en realizar una inversión para la mejora de un servicio, al menos que tenga una obligación contractual clara u obtenga un beneficio asociado. Por eso muchas veces las opciones de mejora del servicio se introducen como una obligación contractual o se combinan con otros tipos de opciones.

- Las Administraciones suelen incluir en los contratos de concesión de autobuses cláusulas con una edad promedio y una edad máxima de la flota de autobuses. Con lo que la Administración se asegura que el Concesionario realice una inversión mínima para el mantenimiento de la calidad del servicio.
- En algunos países de Latinoamérica es habitual en las concesiones de modernización de infraestructuras existentes que el incremento de las tarifas vaya ligado a la mejora de la infraestructura. Por ejemplo, para que el Concesionario de un Aeropuerto pueda aumentar la tarifa al pasajero por el uso de la infraestructura respecto al nivel actual, el Concesionario ha de completar primeramente las obras de mejora y modernización de la infraestructura.
- Las Administraciones también suelen aprovechar el plazo de concesión para lograr la mejora del servicio. Por ejemplo, haciendo coincidir la mejora del servicio con la renovación de un contrato de concesión, o vinculando la extensión del plazo de concesión a la realización de inversiones de mejora. De hecho las inversiones de mejora, es una de las razones principales por las que en las concesiones de servicios (autobuses, recogida de basuras,...) se vincula el plazo de concesión al período de vida útil de los activos.

8.3.6. AMPLIACIÓN DEL PERIODO DE CONCESIÓN

8.3.6.1. RENEGOCIACIÓN DEL PLAZO DE CONCESIÓN

En las concesiones de infraestructuras es muy frecuente que los contratos de concesión introduzcan cláusulas que permitan ante determinados eventos aumentar el plazo de la concesión.

Una de las razones más habituales de ampliación del plazo de concesión, es por el aumento del período de construcción por causas no atribuibles al Concesionario. Esas causas no atribuibles pueden ser retrasos en la construcción de una fase anterior. Por ejemplo, en concesiones portuarias es habitual que las obras de muelles, diques y rellenos sean realizadas por cuenta de la Autoridad Portuaria mientras que las obras de pavimentación y equipos sean realizadas por

el Concesionario de la Terminal. Un retraso en el calendario de las obras de la Autoridad Portuaria puede impactar retrasando el calendario de las obras del Concesionario de la Terminal. Otro motivo frecuente es el retraso en la aprobación de proyectos de diseño o el otorgamiento de licencias por parte de la Administración al Concesionario.

Otra razón habitual por la que se aumenta el plazo de concesión es como forma de reequilibrio económico-financiero por sobrecostes en la construcción producidos por requerimientos adicionales de la Administración.

En estos casos el Concesionario sabe que ante un cambio adverso probable para la Concesión cuenta con la opción de poder aumentar el plazo de concesión, con el fin de reequilibrar su plan financiero.

8.3.6.2. AUMENTO DEL PLAZO DE CONCESIÓN LIGADO A NUEVAS INVERSIONES

En muchos proyectos de infraestructuras la Administración introduce la posibilidad de aumentar el plazo de concesión condicionado a nuevas inversiones. En algunos casos los propios contratos de Concesión contemplan la posibilidad de aumentar el plazo de concesión si se realizan inversiones ligadas a la ampliación de la capacidad de la infraestructura. En otros casos, esta posibilidad se introduce con posterioridad al contrato de concesión, bien mediante un proceso de renegociación del contrato concesional o mediante una ley de carácter general.

En España fue habitual en los años 90 el aumento del plazo de concesión de las autopistas de peaje condicionado a la realización de nuevas obras como por ejemplo la construcción de un tercer carril. El Concesionario de la Autopista tenía por tanto la posibilidad de aumentar su plazo de concesión a cambio de realizar nuevas inversiones, de las que además se aprovechaba en parte ya que conllevaban un aumento de la capacidad de la infraestructura.

Recientemente, en el ámbito portuario el Gobierno Español ha emitido la Ley 18/2014 de 15 de Octubre que contempla la posibilidad de ampliar el plazo de concesiones ya existentes siempre que el concesionario asuma un compromiso económico en forma de una inversión adicional relevante; una contribución a la financiación de infraestructuras de conexión terrestre de los puertos; o una reducción de las tarifas máximas que pudieran serle aplicables. El importe de ese compromiso económico no podrá ser inferior a la diferencia de valor entre la concesión sin prórroga y el de la concesión prorrogada, o el 20 por ciento de la inversión inicial actualizada.

8.3.7. REFINANCIACIÓN DEUDA

8.3.7.1. ALARGAMIENTO PLAZO DE LA DEUDA

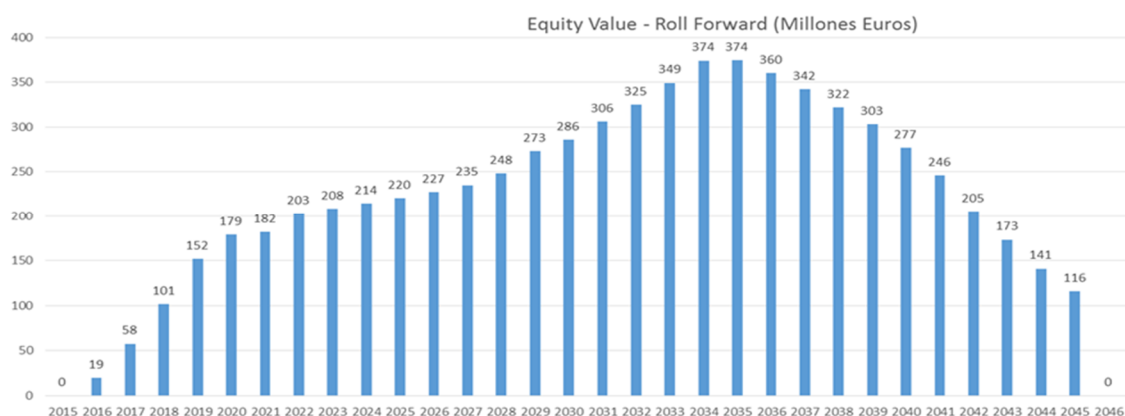
El plazo inicial de financiación de las concesiones de infraestructuras suele estructurarse dejando un amplio período de cola. Una de las razones de ello es que las entidades financieras consideran que al inicio de los proyectos hay un alto nivel de incertidumbre sobre su evolución

futura, con lo que prefieren estructurar la deuda inicial con un amplio período de cola para en caso de dificultades poder reestructurar la deuda.

El Concesionario tiene la posibilidad posteriormente si los resultados de la concesión son satisfactorios, de renegociar con las entidades financieras un alargamiento del plazo de devolución de la deuda. Con ello, el Concesionario consigue aumentar el nivel de apalancamiento promedio e incrementar la rentabilidad del accionista.

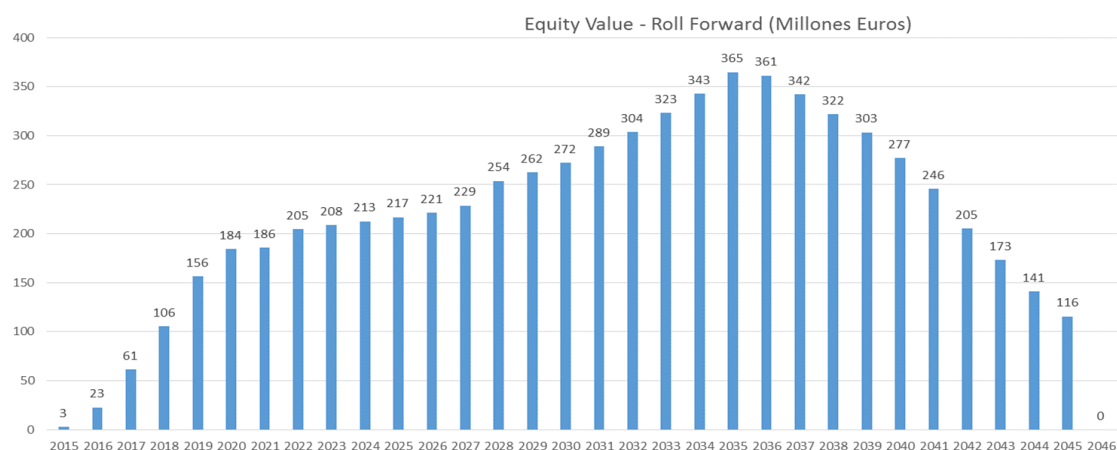
En las siguientes figuras se muestra el efecto de alargar el plazo de la deuda cambiando el RCSD con que se amortiza la deuda de 1,52 a 1,60 (a mayor RCSD más tiempo tarda en devolverse la deuda). Como se puede ver en la comparativa de las figuras de Roll Forward (el VAN de los Flujos de Caja a futuro desde el momento de valoración), el Equity Value en 2020 aumenta de 179 a 184 millones de euros como consecuencia del alargamiento de plazo de devolución de la deuda.

Figura 43. Roll Forward. Situación Inicial. RCSD 1,52



Fuente: Elaboración Propia

Figura 44. Roll Forward. Alargamiento Plazo Deuda. RCSD 1,60



Fuente: Elaboración Propia

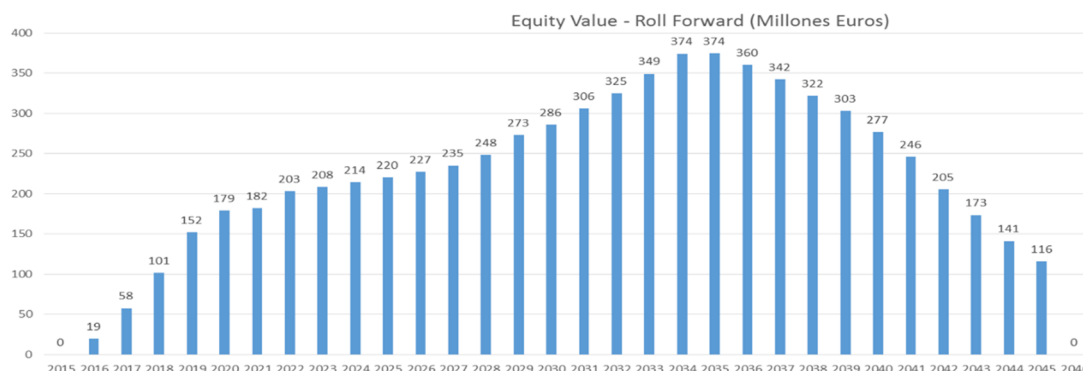
8.3.7.2. CONTRATACIÓN NUEVA DEUDA

Una opción de aumentar la rentabilidad de los accionistas de las concesiones de infraestructuras es, cuando la concesión está en una fase de madurez y el plan de negocio de la concesión es satisfactorio, contratar nueva deuda y emplear esa financiación para en ese año o en los posteriores aumentar los dividendos a los accionistas. Las empresas ajustan óptimamente sus estructuras de capital solo cuando los beneficios del ajuste son altos o los costes del ajuste son bajos (Faulkender et al., 2011).

En las siguientes figuras se muestra el efecto de contratar en 2030 una nueva deuda por valor de 100 millones de euros y dedicar ese importe a pagar un dividendo extraordinario a los accionistas en ese año.

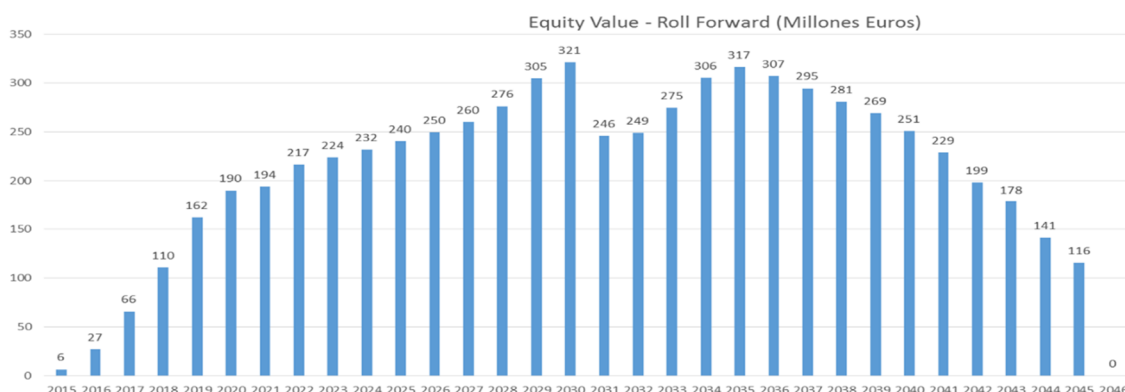
Como se puede ver en la comparativa de las figuras de Roll Forward, el Equity Value en 2030 aumenta de 286 a 321 millones de euros como consecuencia de la contratación de nueva deuda por un importe de 100 millones de euros y pagado un dividendo extraordinario a los accionistas en ese año de 100 millones de euros. A partir de 2031 desciende el importe del Roll Forward porque ya no se considera en los flujos de caja el dividendo extraordinario de 2030, y sin embargo los dividendos posteriores a 2031 son inferiores a consecuencia de la devolución del préstamo adicional de 100 millones de euros.

Figura 45. Roll Forward. Situación Inicial



Fuente: Elaboración Propia

Figura 46. Roll Forward. Nueva Deuda 100 MEUR 2030



Fuente: Elaboración Propia

8.3.8. REEQUILIBRIO ECONÓMICO-FINANCIERO

8.3.8.1. ALTERACIÓN EQUILIBRIO ECONÓMICO-FINANCIERO DE LA CONCESIÓN

Los Contratos de Concesión de Infraestructuras introducen cláusulas con el fin de preservar la rentabilidad de los accionistas y restablecer el equilibrio económico-financiero de la Concesión, cuando la Administración modifica por razones de interés público las condiciones de explotación de la infraestructura o cuando por causas de fuerza mayor se produce la ruptura sustancial de la economía de la concesión.

Algunas de las causas más comunes que dan derecho al Concesionario a un reequilibrio económico, son sobrecostes en la construcción por cambios introducidos por la Administración, retrasos en el período de construcción imputables a la Administración, cambios tarifarios introducidos por la Administración, incremento de los niveles de servicio o del volumen de actividad (ejemplo, aumento de frecuencias o de rutas en líneas de autobuses urbanos) u otras modificaciones en el contrato de concesión introducidas por la Administración.

8.3.8.2. FORMAS DE COMPENSACIÓN

Con carácter general, el método seguido para el restablecimiento del equilibrio económico-financiero de la concesión, es la revisión del modelo económico-financiero del contrato, recalculando la TIR de los accionistas (o la TIR del proyecto antes de impuestos según lo que determine el contrato de concesión) con el fin de que la TIR tras la introducción de las medidas compensatorias se iguale a la TIR fijada en la oferta inicial del adjudicatario, a efectos de restituir el equilibrio económico-financiero.

Las formas de compensación por parte de la Administración al Concesionario más habituales en los contratos de concesión son:

- Aumento de las tarifas a cobrar a los usuarios.
- Reducción del canon a pagar a la Administración.
- Abono por la Administración de una cantidad compensatoria a tanto alzado.
- Abono por la Administración de una cantidad compensatoria diferida y constante.
- Extensión del plazo de la concesión.
- La combinación de alguna de las medidas descritas anteriormente.

También se da la situación de que se produzcan cambios en los términos de la concesión que sean favorables al Concesionario, como puede ser una menor inversión sobre la inicialmente prevista. En ese caso, hay contratos de concesión que prevén también la realización de un reequilibrio económico-financiero de la concesión a favor de la Administración.

8.4. APLICACIONES DE LAS OPCIONES REALES A PROYECTOS DE INFRAESTRUCTURAS

8.4.1. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

8.4.1.1. NUEVA TERMINAL DE CONTENEDORES

El proyecto de infraestructuras objeto del estudio es la concesión de una terminal de contenedores en una nueva dársena portuaria mediante la fórmula BOT (*building, operating and transfer*). Esto es, el concesionario realizará una inversión inicial, operará la infraestructura mediante un determinado período de tiempo, y al final del período de concesión traspasará la infraestructura a la Administración.

El período de explotación de la terminal es de treinta y cinco años, al final del cuál expirará la concesión y el espacio de la terminal y todos los elementos fijos en ella revertirán de forma gratuita a la Autoridad Portuaria. Durante ese período de explotación, el plan de negocio del concesionario contempla procesar unos volúmenes de tráfico de contenedores (medidos en TEUs, *twenty-feet equivalent units*) que generarán unos ingresos que servirán para cubrir el pago de la deuda derivada de la inversión inicial, los costes de operación de la terminal, el pago de las tasas portuarias y la obtención de una rentabilidad para los accionistas de la sociedad concesionaria.

La terminal portuaria incluye una importante inversión inicial en obra civil por parte de la Autoridad Portuaria (construcción de diques, muelles y rellenos) así como del concesionario para la habilitación de las explanadas y construcción de edificios, y en la compra e instalación de equipos para la operación de los contenedores a lo largo de todo el período de concesión.

8.4.1.2. FASES DEL PROYECTO

Desarrollo inicial de la dársena

El diseño preliminar de la Autoridad Portuaria de la nueva dársena portuaria prevé un desarrollo en dos fases, atendiendo a las necesidades de la demanda estimada.

La primera fase dispondría de tres muelles (con una longitud de 1.465 m, 255 m y 350 m). El primero, para el tráfico de contenedores, con una capacidad de 2 millones de TEUs. Y los otros dos muelles, objetos de otra concesión, serían para mercancía general y tráficos roll-on/roll-off.

La construcción del desarrollo inicial de la Terminal de Contenedores se realizaría en dos etapas:

- Etapa 1, en la que se pavimenta y entra en funcionamiento 558.119 m² de la terminal de contenedores. Esta Etapa 1 entraría en funcionamiento en 2015.
- Etapa 2, en la que se pavimenta y entra en funcionamiento el resto de la terminal de contenedores: 366.464 m². La Etapa 2 entraría en funcionamiento en 2017.

Opción de ampliación de la Terminal de Contenedores

El Concesionario de la Terminal de Contenedores tendría la opción de realizar una ampliación de la Terminal en una segunda vez, cuando el tráfico de contenedores superase la capacidad de la terminal de la fase 1.

La segunda fase consistiría en una segunda terminal portuaria con una superficie de 50 Has adicionales y 1.255 m de muelle, dedicada al tráfico de contenedores con un alto porcentaje de transbordos y con una capacidad estimada adicional de 1,5 millones de TEUs.

Al igual que en el caso de la Fase 1, la construcción de la Terminal de Contenedores de la Fase 2 se realizaría en dos etapas:

- Etapa 3, en la que se pavimenta y entra en funcionamiento 274.265 m² de la terminal de contenedores.
- Etapa 4, en la que se pavimenta y entra en funcionamiento el resto de la terminal de contenedores de la fase 2: 215.548 m².

Esta ampliación de la terminal, la puede realizar el Concesionario de forma potestativa sin que tenga obligación de hacerlo y sin que suponga un aumento del plazo de la concesión. El Concesionario puede asimismo elegir entre llevar a cabo las etapas 3 y 4 de la segunda fase, o sólo alguna de ellas.

Para llevar a cabo la ampliación el Concesionario ha de realizar una inversión adicional en pavimentación y adecuación de la nueva terminal.

La posibilidad de realizar la fase 2 de la terminal de contenedores es para el Concesionario una opción de ampliación (*scale up option*). Con esa opción el Concesionario tiene el derecho pero no la obligación de ampliar la capacidad de la terminal a cambio de una inversión o coste adicional.

Lógicamente, el Concesionario sólo ejercitará la opción cuando el valor esperado de los flujos de caja para los accionistas derivados del aumento de los tráficos debido al incremento de la capacidad, sea superior a los recursos que los accionistas han de invertir en el proyecto de ampliación. Esto es, cuando el VAN esperado de los Accionistas con la ampliación sea superior al VAN de los accionistas sin ampliación.

8.4.1.3. VARIABLES PRINCIPALES DEL PROYECTO

Los flujos de caja futuros del proyecto y de los accionistas, vienen determinados por una serie de variables que vienen contempladas en el Modelo Financiero del Concesionario.

La evolución de algunas de estas variables está sujetas a un cierto grado de incertidumbre, que se pueden representar mediante funciones de distribución de probabilidad. Si no hubiese ningún tipo de incertidumbre no tendría sentido realizar una valoración de la opción de ampliación a través de una simulación por Montecarlo.

Los principios básicos sobre el diseño de proyectos de infraestructuras enseñan que se han de atribuir los riesgos específicos del proyecto a las partes que mejor lo pueden absorber, como por ejemplo traspasar el riesgo de construcción a la empresa constructora encargada de realizar la obra (contratos llave en mano) o los riesgos de fluctuación de tipos de interés a las entidades financieras. Quedándose, el concesionario con aquellos riesgos que no puede traspasar y que puede influir en ellos mediante su gestión, como el riesgo de tráfico, el nivel tarifario o los costes de explotación.

Los riesgos específicos de un proyecto de infraestructuras son riesgos privados, esto es son riesgos inherentes al proyecto sin que tengan correlación con el mercado.

A continuación se explican cuáles son las variables principales del Plan de Negocio del Concesionario (tráfico, capex, ingresos, costes de operación, ...), así como el nivel de incertidumbre sobre las mismas:

- El concesionario cuenta con un contrato llave en mano de construcción y un contrato cerrado de suministro de equipos que incluye la obra civil y la compra de equipos inicial por un importe total de 330 millones de euros, de forma que el concesionario se asegura que no se produzcan sobrecostes en la inversión inicial; y en su caso recibir el pago de indemnizaciones en caso de retrasos en la construcción o suministro de equipos de la terminal. Por lo que los riesgos de construcción y de disponibilidad de la inversión inicial en la terminal han sido transferidos mediante un contrato llave en mano a la empresa constructora y un contrato cerrado con el suministrador de equipos.
Las inversiones en equipos durante el período de explotación y las inversiones en obra civil para la ampliación de la fase 2 de la terminal de contenedores, han sido estimados de acuerdo a sus precios actuales; y se han actualizado esos precios cuando se realiza efectivamente la inversión conforme al IPC estimado.
- Respecto a las tarifas portuarias, el concesionario ha realizado un análisis muy detallado del nivel de tarifas comerciales e ingresos por los distintos servicios portuarios (carga, descarga, estiba, desestiba, transporte horizontal y ocupaciones) para los diferentes tipos de tráfico (contenedores *import/export*, transbordo *hub&spoke* y *relay*). La evolución de estas tarifas están sujetas a un cierto grado de incertidumbre, creciendo de forma general de forma parecida al IPC pero produciéndose además desviaciones periódicas. Estas desviaciones son producidas tanto por disminuciones de precios debido al aumento de la competencia entre terminales de contenedores para la captación de tráfico, como por aumentos de precios debido al incremento de la demanda global de contenedores.
- Los costes de explotación de la terminal han sido minuciosamente estudiados por el concesionario, a través de un análisis de los costes actuales de operación en el puerto. La parte principal de los costes de explotación (salarios de los estibadores, tasas portuarias por TEU, suministros) son variables y están directamente relacionados con el nivel de tráfico. Aunque una parte de los costes (personal del concesionario, mantenimiento de equipos, IBI, tasas portuarias por ocupación de espacio público,

gastos generales) son gastos fijos. Estos costes se incrementan cada año de forma general conforme a la evolución del IPC.

- La inversión inicial es financiada mediante una aportación por los accionistas de 50 millones de euros y el resto de la inversión inicial mediante un préstamo bancario con garantía sobre los flujos del proyecto, y sin recurso a los accionistas.

Las inversiones en equipos durante el período de explotación tanto para la renovación de equipos que han llegado al final de su vida útil, como para la compra de nuevos equipos para aumentar la capacidad de la terminal, se realiza con los flujos de caja generados por el proyecto y la contratación de deuda adicional.

Las inversiones en obra civil de la Fase 2 se financian en un 85% con nueva deuda, y el resto con capital y flujos de caja generados por el proyecto.

La rentabilidad exigida por los accionistas dado el perfil de riesgo de la empresa es del 10%. El interés del préstamo tiene como tipo base la curva del Euribor más un *spread* del 0,60% durante el período de construcción y del 0,80% durante el período de explotación. El sistema de amortización del préstamo se determina a base de unos ratios mínimos de cobertura del servicio de la deuda. La tasa impositiva sobre los beneficios es del 30%.

El coste de financiación de la deuda inicial del proyecto está cerrado a través de un *swap* de tipos de interés. Con lo que el coste de la financiación para el concesionario está asegurado salvo que se produzca alguna situación de impago de la deuda, en cuyo caso la empresa tendría que afrontar costes adicionales.

- El riesgo de proyecto más relevante que soporta el concesionario es el riesgo de tráfico de contenedores. El volumen del tráfico de contenedores depende de los contratos con las navieras. Una parte de ese tráfico se considera que es muy estable y que se corresponde con contenedores *gateway* (exportaciones e importaciones) vinculados al *hinterland* del puerto (la variable principal que determina este tráfico *gateway* es el comercio exterior marítimo derivado de la actividad económica de la región del puerto). Pero otra parte del tráfico correspondiente a los contenedores de transbordo (o *transshipment*) puede ser muy volátil, y depende de las decisiones de las navieras sobre en que puertos decide ubicar sus actividades logísticas para el intercambio de mercancías entre grandes buques portacontenedores transoceánicos (contenedores *relay*) y entre líneas transoceánicas y otros buques más pequeños que sirven líneas feeder con otros puertos más pequeños (contenedores *hub&spoke*).

8.4.2. METODOLOGÍA EMPLEADA PARA LA VALORACIÓN DE LA OPCIÓN REAL

En el presente caso se ha utilizado el método de simulación de Montecarlo para la valoración de la opción real. La opción de ampliación de la segunda fase de la terminal es una opción del tipo americana, y es además una opción compuesta ya que engloba dos opciones independientes entre sí: la primera opción de ampliación es llevar a cabo la etapa 3 de la segunda fase de la terminal (Opción B) y la segunda opción de ampliación es llevar a cabo la etapa 4 de la segunda fase (Opción A). El Concesionario puede también no realizar ninguna ampliación (Opción C).

Los pasos seguidos para la valoración con Montecarlo de la Opción de Ampliación de la Terminal de Contenedores se describen a continuación⁹:

- **Primera etapa: valor del activo subyacente**

El primer paso es estimar en base al modelo financiero los estados financieros anuales de la empresa para todo el período de la concesión, a partir de los cuáles se obtienen los flujos de caja de los accionistas y su correspondiente valor actual que actúa como subyacente o valor del proyecto, S.

- **Segunda etapa: estimación de la volatilidad del proyecto**

La incertidumbre o la volatilidad de los resultados del proyecto viene determinada por las funciones de distribución de probabilidad de los inputs del modelo.

Las funciones de distribución de probabilidad que se han simulado por Montecarlo son la proyección del tráfico de contenedores, la evolución de las tarifas portuarias que cobra el Concesionario a sus clientes, y la estimación del Índice de Precios al Consumo con que se actualizan los costes del Concesionario y las inversiones a futuro.

- **Tercera etapa: evolución valor subyacente y análisis del árbol de decisión**

La tercera etapa es la estimación de la evolución del valor del subyacente y la construcción del árbol de decisión.

El valor del subyacente se ha estimado calculando el Valor Actual Neto de los Accionistas para cada una de las posibles decisiones que pueden tomar: (A) llevar a cabo la segunda fase por completo, (B) realizar solo la etapa 3 de la fase 2 y (C) no llevar a cabo ninguna ampliación de la fase 2 de la terminal.

El árbol de decisión se ha realizado conforme dos criterios de decisión: el primero es no realizar la ampliación de la terminal hasta que el tráfico de contenedores no alcance la capacidad máxima de la terminal, y el segundo es que el VAN de los flujos de caja de los accionistas con la ampliación de la terminal sea superior al VAN de los accionistas sin ampliación.

- **Cuarta etapa: cálculo de los valores finales**

La cuarta etapa es el cálculo de los valores finales para cada una de las 10.000 iteraciones realizadas con el método de Montecarlo. Procediendo iterativamente de derecha a izquierda para cada instante de tiempo y para cada estado de la variable se calcula el valor combinado del proyecto más las opciones de ampliación.

El valor final será el máximo del valor de cada una de las posibles opciones:

$$\text{Valor final} = \text{Máx} (\text{VAN}_{\text{Opción A}}; \text{VAN}_{\text{Opción B}}; \text{VAN}_{\text{Opción C}})$$

- **Quinta etapa: valor combinado del proyecto más opciones**

Por último se calcula el valor de la opción real a partir de la diferencia entre el valor combinado del proyecto más opciones (VAN Total) y el VAN Básico (que equivale a la Opción C de no realizar ninguna ampliación)

$$\text{VAN Total} = \text{VAN Básico} + \text{Valor Opción Real}$$

⁹ Ver Palacios, F., Rayo, S., Herrerías, R., y Cortés A.M. (2000). Valoración de la Flexibilidad de Proyectos de Inversión mediante Opciones Reales: el VAN ampliado.

8.4.3. ELABORACIÓN DEL MODELO FINANCIERO PARA LA VALORACIÓN DEL ACTIVO SUBYACENTE

El modelo financiero constituye la base para la estimación de los flujos de caja del proyecto, y por tanto para la valoración del activo subyacente del proyecto. Para la estimación de las variables económico-financieras de la concesión a partir de los inputs del proyecto como la TIR o el VAN del proyecto y de los accionistas, se ha realizado un Modelo Financiero de la concesión.

A continuación se explica la metodología utilizada para la realización del modelo financiero:

- Proyecciones de tráfico, partiendo de las proyecciones de tráfico y teniendo en cuenta la capacidad máxima teórica de cada fase de la terminal, se han determinado unas proyecciones de los niveles de tráfico captables por la terminal.
- Plan de inversiones, las características de las obras necesarias en la terminal y el dimensionamiento de equipos realizado, determinan el plan de inversión a realizar por el concesionario. Dicho plan incluye las inversiones a realizar en obra civil, el incremento del parque de equipos para las ampliaciones de capacidad de la terminal, y el plan de renovación de equipos durante el período de vigencia de la concesión.
- Plan de amortizaciones, a partir del Plan de Inversiones y los coeficientes de amortización considerados para los diferentes elementos del inmovilizado, se ha realizado el Plan de Amortizaciones previsto para todo el período de la concesión.
- Estimación de los ingresos comerciales, una vez realizadas las proyecciones de tráfico se han estimado los ingresos esperados, como producto de los niveles de tráfico por los servicios portuarios requeridos por cada tipo de tráfico y las tarifas previstas para cada servicio portuario (carga, descarga, estiba, desestiba, ocupaciones, ...).
- Gastos de explotación, a partir del tráfico previsto y el dimensionamiento de la plantilla del concesionario y los costes estimados por TEU del personal de estiba, se han calculado los costes salariales del personal del concesionario de la terminal y de los estibadores. Además de los demás gastos de explotación necesarios para la operación de la terminal (consumos de electricidad y combustible, gastos de mantenimiento y conservación de equipos, y gastos generales de explotación).
- Tasas portuarias, se han estimado las distintas tasas portuarias (tasa por ocupación privativa de dominio público, tasa de aprovechamiento especial de dominio público, tasa a la mercancía) que el Concesionario de la Terminal de Contenedores ha de pagar a la Autoridad Portuaria.
- Capital circulante, se han estimado los importes de las distintas partidas de activo circulante (cuentas de clientes a cobrar, existencias, caja operativa, ...) y pasivo circulante (acreedores comerciales, Hacienda Pública acreedora por IRPF y Seguridad Social, sociedad de estiba, ...).
- Estructura Financiera, de acuerdo al volumen de inversión previsto y los niveles de recursos propios y deuda, se ha definido la estructura financiera requerida por la Sociedad Concesionaria. Y se ha estimado el servicio de la deuda resultante a lo largo de la concesión.

A partir de los anteriores inputs se ha realizado una estimación de los Estados Financieros o Cuentas Anuales (Cuenta de Resultados, Balance y Estado de Origen y Aplicación de Fondos) del Concesionario para todo el período de concesión de la Terminal.

Por último, se ha realizado un análisis financiero de la evolución del EBITDA y del Beneficio Neto, se ha estimado el Flujo de Caja Libre de la concesión y el Flujo de Caja de los Accionistas, junto con el VAN y la TIR de esos flujos.

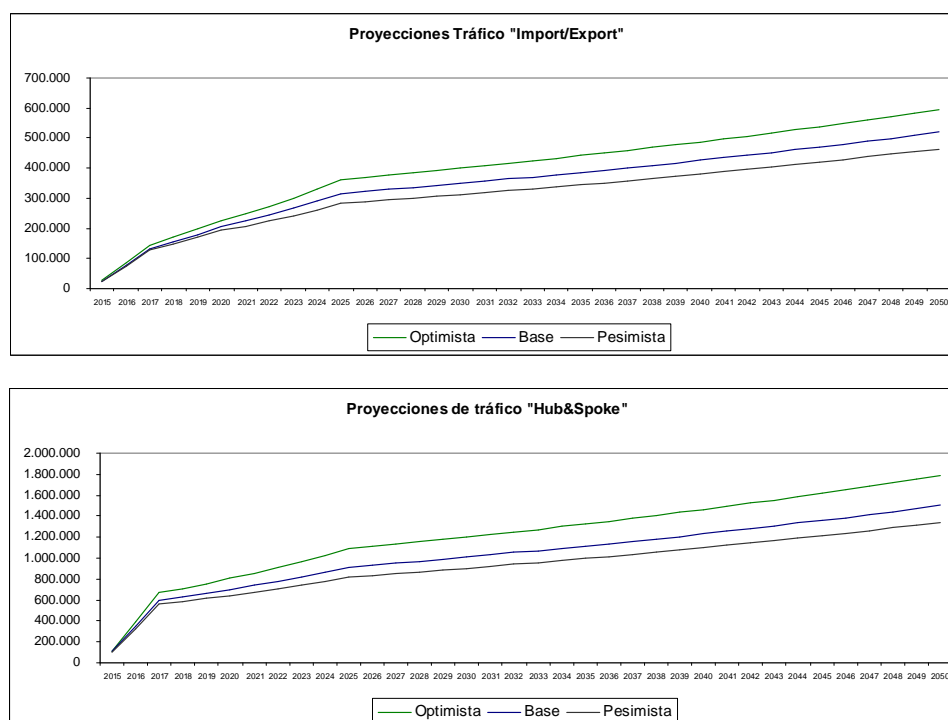
8.4.4. FUENTES DE INCERTIDUMBRE DEL PROYECTO

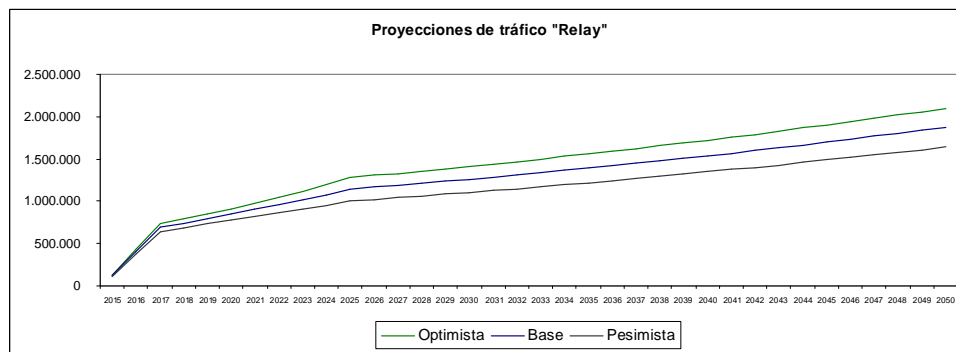
Las principales fuentes de incertidumbre del proyecto son la proyección del tráfico de contenedores, la evolución de las tarifas portuarias que cobra el Concesionario a sus clientes, y la estimación del Índice de Precios al Consumo con que se actualizan los costes del Concesionario y las inversiones a futuro. Para cada una de estas variables se ha realizado una estimación de su función de distribución de probabilidad.

8.4.4.1. TRÁFICO DE CONTENEDORES

El estudio de mercado de la nueva dársena incluye una estimación del volumen de contenedores de cada tipo de tráfico (*import/export*, *relay* y *hub&spoke*) con tres escenarios posibles (optimista, pesimista y base o más probable). A continuación se muestran los gráficos con las tres proyecciones de tráfico y los escenarios considerados:

Figura 47. Proyecciones de tráfico "Import/Export", "Hubs & Spoke" y "Relay"





Fuente: Elaboración propia

A partir de las proyecciones de tráfico anteriores se ha realizado una estimación de la distribución de probabilidad de cada uno de los tres tipos de tráfico, utilizando para ello una función de distribución Beta.

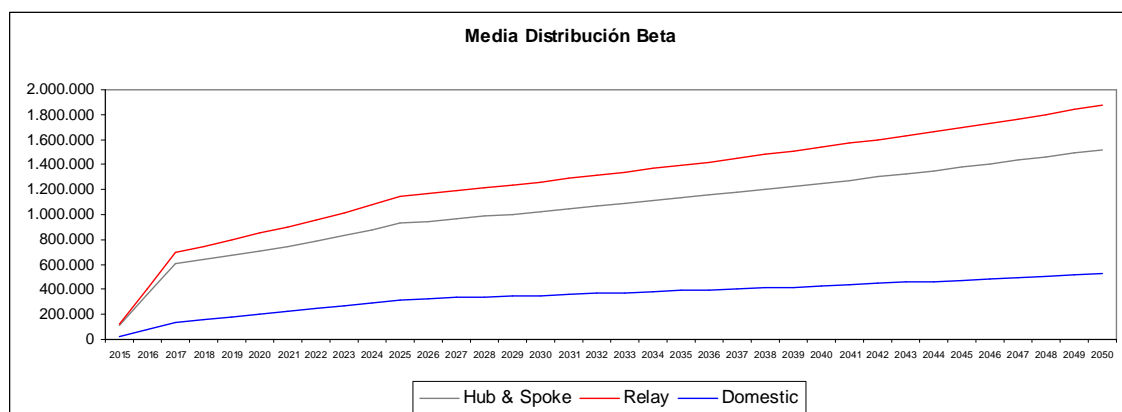
Para cada proyección de tráfico, se ha estimado a partir de los tres escenarios: el optimista (a), el pesimista (b) y el base o más probable (m); los valores de la media y la varianza de la distribución beta utilizando para ello las fórmulas simplificadas empleadas por los creadores del método PERT¹⁰:

$$\mu = \frac{a + 4m + b}{6} \quad (1)$$

$$\sigma^2 = \frac{(b - a)^2}{36} \quad (2)$$

En el siguiente gráfico se muestra el valor de la media de la distribución beta para cada tipo de tráfico, para cada año de concesión:

Figura 48. Proyecciones de tráfico. Media Distribución Beta



Fuente: Elaboración propia

10 Sobre la utilización de la distribución Beta con el método PERT ver Suárez, A. (1980). Decisiones óptimas de inversión y financiación en la empresa. Pirámide

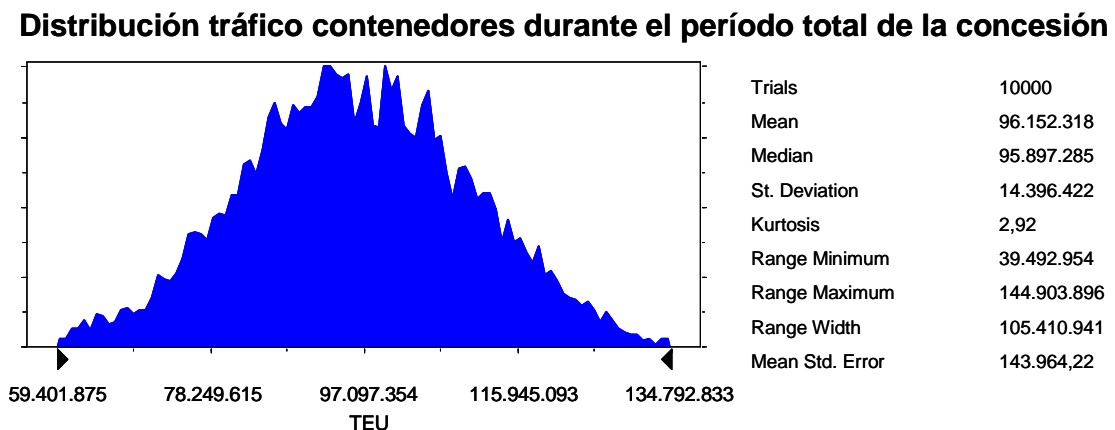
A partir de los valores de las medias de la distribución beta para cada uno de los años, se ha estimado la tasa de crecimiento anual (r) para cada tipo de tráfico.

Aplicando el Teorema Central del límite, que establece que la suma de n variables aleatorias independientes da como resultado una distribución aproximadamente Normal sin importar la forma de distribución de las variables sumadas, podemos establecer que las proyecciones de tráfico son un proceso estocástico que sigue un movimiento geométrico browniano, que se puede expresar mediante la siguiente ecuación:

$$V(t+1) = V(t) + r \cdot V(t) + \sigma V(t) \cdot N(0,1) \quad (3)$$

A partir de la anterior ecuación podemos utilizar Montecarlo para hallar una función de distribución del nivel de tráfico generando de forma aleatoria una secuencia de valores. En la siguiente gráfica se muestra como ejemplo, la función de distribución del volumen total de tráfico a lo largo de toda la concesión utilizando 10.000 operaciones aleatorias:

Figura 49. Simulación Montecarlo Tráfico



Fuente: Elaboración propia

8.4.4.2. INDICE DE PRECIOS AL CONSUMO

La función de distribución del Índice de Precios al Consumo se ha estimado conforme a un proceso estocástico Ornstein y Uhlenbeck con reversión a la media y sin tendencia.

El proceso Ornstein y Uhlenbeck¹¹ se puede representar a través del siguiente algoritmo:

$$\Pi_t = \Pi_{t-1} e^{-\lambda \Delta t} + \pi(1 - e^{-\lambda \Delta t}) + \sigma \sqrt{\frac{1 - e^{-2\lambda \Delta t}}{2\lambda}} N(0,1) \quad (4)$$

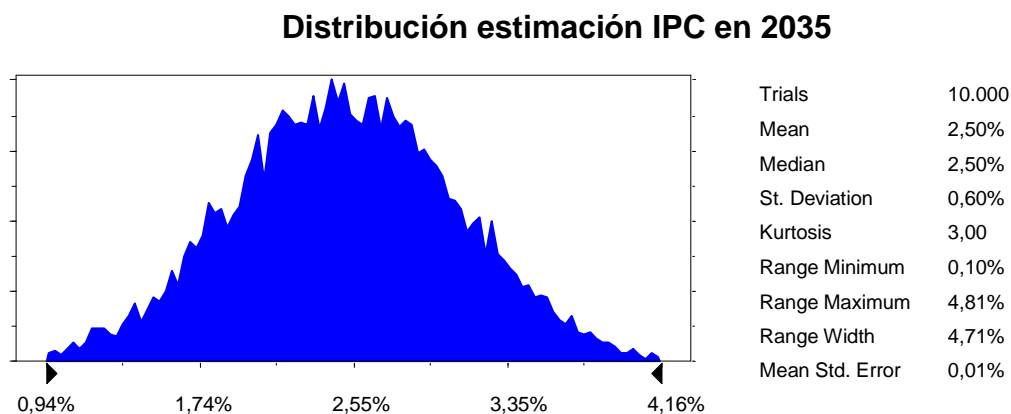
¹¹ Ver Gillespie, D.T. (1996). Exact numerical simulation of the Ornstein-Uhlenbeck process and its integral

Los valores utilizados para el cálculo del Índice de Precios al Consumo, son los siguientes:

Variación de tiempo, Δt	1 Año
Inflación promedio a largo plazo, π	2,50%
Velocidad de Reversión Anual, λ	0,35
Volatilidad Anual, σ	20% de la inflación promedio
Valor aleatorio, ε	$N(0,1)$

A partir de la anterior ecuación podemos utilizar Montecarlo para hallar una función de distribución de la evolución del IPC generando de forma aleatoria una secuencia de valores. En la siguiente gráfica se muestra como ejemplo, la función de distribución del IPC en el año 2035 utilizando 10.000 operaciones aleatorias:

Figura 50. Simulación Montecarlo IPC



Fuente: Elaboración propia

8.4.4.3. TARIFAS PORTUARIAS

El crecimiento de las tarifas portuarias que cobra el Concesionario a sus clientes se ha estimado como en el caso de la evolución del IPC a través de un proceso estocástico Ornstein y Uhlenbeck con reversión a la media y sin tendencia. Pero produciéndose de forma superpuesta desviaciones o saltos en el precio.

Estas desviaciones son producidas tanto por disminuciones de precios debido al aumento de la competencia entre distintas terminales de contenedores para la captación de tráficos, como por aumentos de precios debido al incremento de la demanda global de contenedores. Estos saltos o desviaciones se pueden representar a través de saltos periódicos que se producen de forma aleatoria¹².

¹² Ver Cont, R. y Tankov, P. (2004). Financial Modeling with Jump Processes

El proceso Ornstein y Uhlenbeck con saltos superpuestos se puede representar a través del siguiente algoritmo:

$$\Pi_{PEt} = \Pi_{PEt-1}e^{-\lambda\Delta t} + \pi_{PE}(1 - e^{-\lambda\Delta t}) + \sigma \sqrt{\frac{1 - e^{-2\lambda\Delta t}}{2\lambda}} N(0,1) + A(\lambda_U, \lambda_D) \quad (5)$$

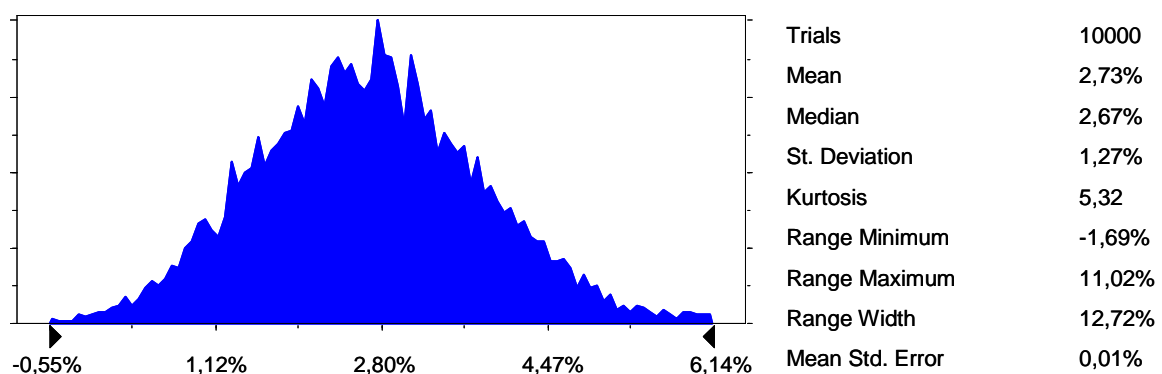
Los valores utilizados para el cálculo de la evolución del crecimiento del precio de la estiba o tasas portuarias, son los siguientes:

Variación de tiempo, Δt	1 Año
Crecimiento promedio a largo plazo, π_{PE}	2,60%
Velocidad de Reversión Anual, λ	0,25
Volatilidad Anual, σ	25% del crecimiento promedio
Valor aleatorio, ε	$N(0,1)$
Frecuencia (λ_U) <i>jump up</i>	0,25 (4 años)
Frecuencia (λ_D) <i>jump down</i>	0,25 (4 años)
Tamaño <i>jump up</i>	+5,00%
Tamaño <i>jump down</i>	-8,00%

A partir de la anterior ecuación podemos utilizar Montecarlo para hallar una función de distribución de la evolución del crecimiento de las tasas portuarias o precio de la estiba generando de forma aleatoria una secuencia de valores. En la siguiente gráfica se muestra como ejemplo, la función de distribución del incremento del precio de la estiba en el año 2035 utilizando 10.000 operaciones aleatorias:

Figura 51. Simulación Montecarlo Precio Estiba

Distribución estimación Crecimiento precio estiba en 2035



Fuente: Elaboración propia

8.4.5. OPCIÓN DE INCREMENTO DE CAPACIDAD

En este apartado se lleva a cabo una descripción y una valoración de la opción de ampliación por parte del Concesionario de la terminal de contenedores, usando para ello el método de simulación de Montecarlo.

8.4.5.1. AMPLIACIÓN DE LA TERMINAL DE CONTENEDORES

Con la opción de ampliación, el Concesionario puede llevar a cabo a lo largo de todo el período de concesión una o las dos etapas de ampliación de la segunda fase de la terminal de contenedores.

De este modo, el Concesionario ve aumentado la capacidad máxima de la terminal y por tanto la posibilidad de atender mayores niveles de tráfico y de ingresos. Sin embargo, para realizar esas ampliaciones el Concesionario ha de afrontar un pago tanto para la obra civil de la ampliación de la terminal como para la compra de nuevos equipos de manipulación de contenedores.

En la siguiente tabla se indica la capacidad máxima de la terminal bajo las tres opciones de ampliación posibles: **Opción A** llevar a cabo todas las etapas de la ampliación de la terminal de contenedores, **Opción B** realizar la etapa 3 de la segunda fase de ampliación pero no la etapa 4, y **Opción C** no llevar a cabo ninguna de las etapas de la ampliación de la fase 2. A partir de 3,5 millones de TEUs no es posible ninguna ampliación adicional de capacidad.

Tabla 36. Capacidad máxima terminal con cada opción

Opciones	Capacidad Máxima (TEUs/año)
Opción A. Todas las etapas	3.500.000
Opción B. No se realiza etapa 4	2.750.000
Opción C. No se realizan etapas 3 y 4	2.000.000

Fuente: Elaboración propia

8.4.5.2. DESCRIPCIÓN DE LA OPCIÓN DE AMPLIACIÓN

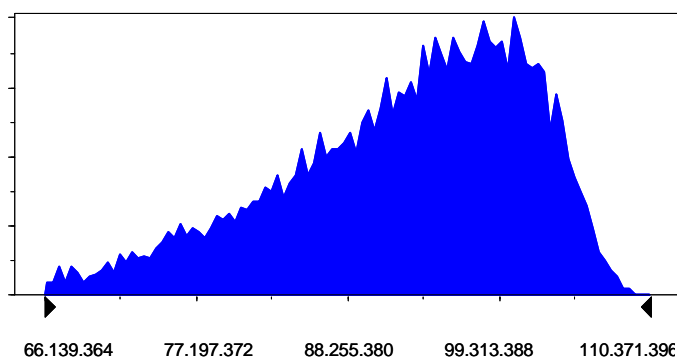
Además de la función de tráfico del estudio de mercado, el tráfico del Concesionario se ve condicionado por la capacidad de la terminal de contenedores.

Cuando el crecimiento del tráfico de Contenedores llega al máximo de la capacidad actual de la terminal, el Concesionario puede elegir entre llevar a cabo una de las etapas de la ampliación de la terminal y afrontar el coste de la inversión adicional, o por el contrario no llevar a cabo la ampliación de la terminal y restringir el volumen de tráfico a la capacidad máxima de la terminal.

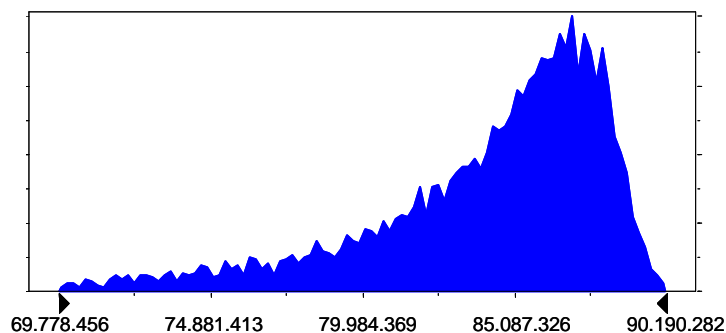
En las siguientes gráficas se muestra el volumen de tráfico que el Concesionario operaría en la terminal de acuerdo a las proyecciones realizadas del estudio de tráfico, y a la capacidad máxima de la terminal en cada una de las opciones de ampliación.

Figura 52. Simulación Montecarlo Volúmenes de Tráfico de cada Opción

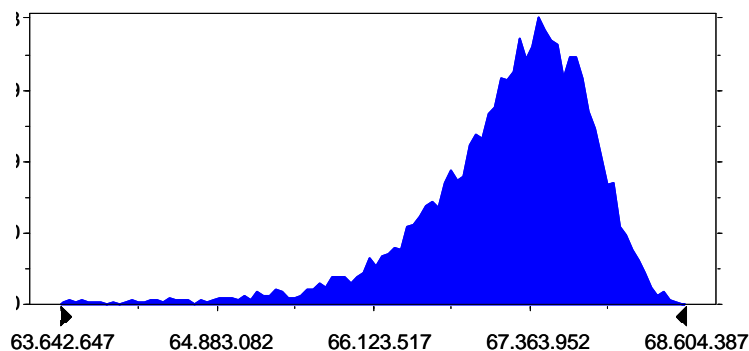
Opción A: Capacidad Máx. 3.500.000 TEUs/Año



Opción B: Capacidad Máx. 2.750.000 TEUs/Año



Opción C: Capacidad Máx. 2.000.000 TEUs/Año



Fuente: Elaboración propia

8.4.5.3. CRITERIOS DE DECISIÓN SOBRE LA AMPLIACIÓN DE LA TERMINAL

Los dos criterios considerados para la decisión sobre la ampliación de la terminal son que el tráfico de contenedores supere la capacidad de la terminal y que el VAN de los accionistas con la ampliación sea superior al VAN de los accionistas sin ampliación.

Capacidad de la terminal

Lógicamente el primer criterio para llevar a cabo una ampliación de la terminal es que el tráfico de contenedores alcance el nivel máximo de capacidad de la terminal. Es decir, el Concesionario no llevará a cabo una ampliación al menos que el crecimiento del tráfico sea superior a la capacidad actual de la terminal.

La razón de este criterio es que sería antieconómico que el Concesionario llevase a cabo una ampliación de la terminal cuando el crecimiento del volumen de tráfico se encontrase todavía por debajo de la capacidad máxima de la terminal. El motivo es que el Concesionario estaría adelantando la realización de un coste, sin conseguir ningún ingreso adicional.

En la siguiente tabla se indica con la utilización de Montecarlo el valor esperado del tráfico en TEUs y del Valor Actual Neto de los flujos de caja de los accionistas, siendo el criterio único de decisión la ampliación de la terminal el que el crecimiento del volumen de tráfico alcance la capacidad máxima de la terminal.

Tabla 37. VAN Accionistas, Tráfico y Capacidad máxima terminal con cada opción

Opciones	VAN Accionistas	Tráfico en TEUs	Capacidad Máxima (TEUs/año)
Opción A. Todas las etapas	123.037.278	91.790.795	3.500.000
Opción B. No se realiza etapa 4	110.562.905	83.508.684	2.750.000
Opción C. No se realizan etapas 3 y 4	97.855.142	67.030.615	2.000.000

Fuente: Elaboración propia

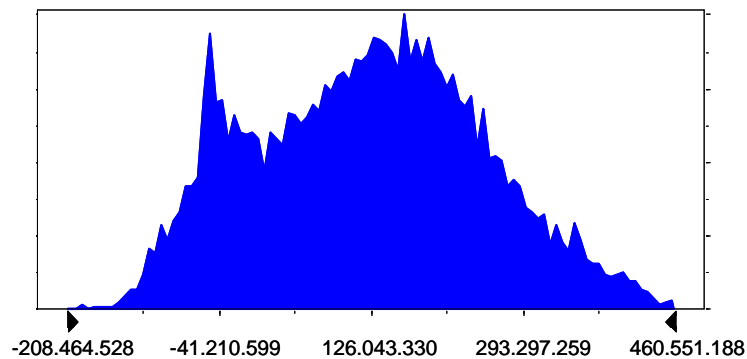
Como se puede observar, la Opción A de llevar a cabo la ampliación de todas las etapas de la Fase 2 de la terminal siempre que el volumen de tráfico supere la capacidad máxima de la terminal da un VAN de los flujos de caja de los accionistas superior a la Opción B de llevar a cabo sólo la etapa 3 de ampliación de la terminal y la Opción C de no llevar a cabo ninguna de las etapas de la segunda fase de ampliación de la terminal.

Pero esta primera condición no es suficiente para decidir realizar una ampliación de la terminal. Como veremos, no siempre resulta óptimo decidir llevar a cabo una ampliación de la terminal de contenedores cuando el tráfico supera la capacidad de la terminal.

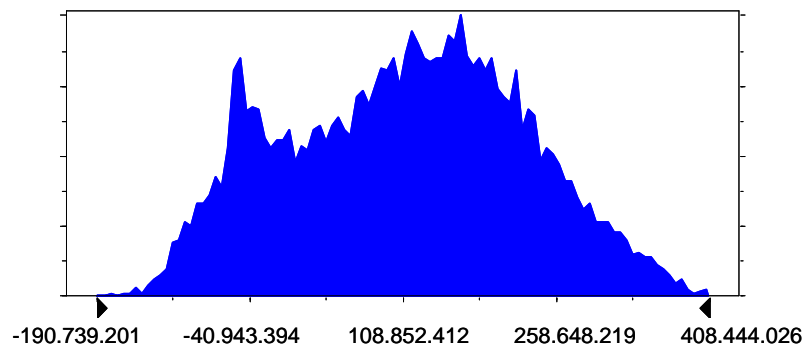
En las siguientes gráficas se muestra utilizando la simulación de Montecarlo, las funciones de distribución del Valor Actual Neto de los flujos de Caja de los Accionistas asociadas a cada una de las Opciones de ampliación anteriores utilizando como criterio de decisión para la ampliación de la terminal que el tráfico supere la capacidad máxima de manipulación de contenedores de la terminal.

Figura 53. Simulación Montecarlo VAN Accionistas

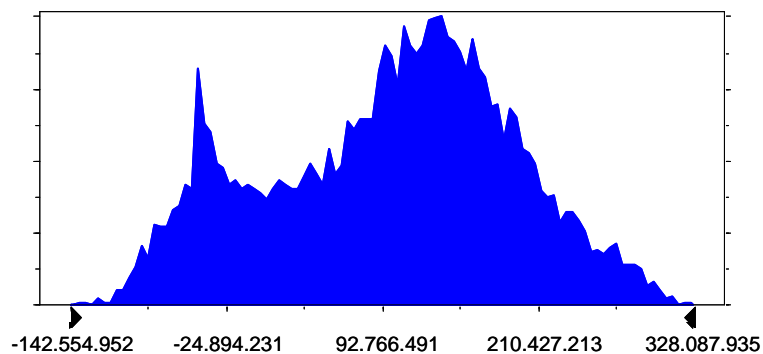
Opción A: VAN Accionistas



Opción B: VAN Accionistas



Opción C: VAN Accionistas



Fuente: Elaboración propia

De las gráficas anteriores, se observa que aunque la Opción A es la que presenta un mayor valor esperado del VAN de los Accionistas, es también la que presenta en la parte izquierda de la función de distribución los valores negativos mayores. Los extremos de la función de distribución del VAN de los accionistas en la opción A van desde -208M€ a +460M€, los extremos de la opción B van desde -190M€ a +408M€ y los extremos de la opción C van desde -142M€ a +328M€.

Ello es debido a la utilización como único criterio de decisión para la ampliación de la terminal que el tráfico de contenedores supere la capacidad de la terminal, no resulta siempre óptimo desde el punto de vista de la rentabilidad de los accionistas.

Por ejemplo si el crecimiento del tráfico no llega a superar los 2,75 millones de TEUs hasta el final del período de concesión, el Concesionario con la Opción A afrontará todo el coste de la ampliación y sin embargo sólo se beneficiará por un breve período de tiempo de poder tener mayores volúmenes de tráfico y de ingresos. En ese caso, no llevar a cabo la ampliación le proporcionaría una mayor rentabilidad.

VAN flujos de caja de los accionistas

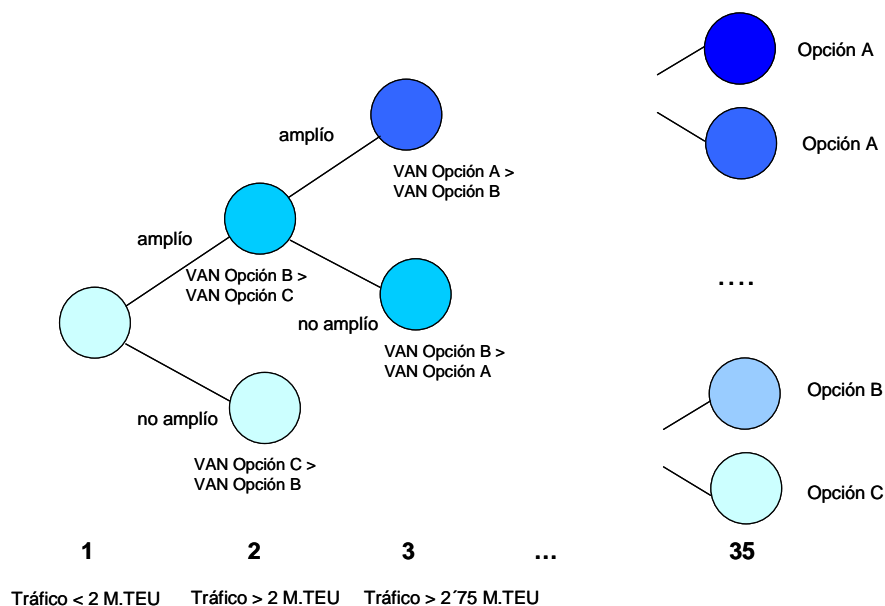
Además del criterio de que el tráfico de contenedores alcance el nivel máximo de capacidad de la terminal, un criterio adicional para decidir llevar a cabo una ampliación, necesario desde el punto de vista de maximizar la rentabilidad de los accionistas, es que el VAN esperado de los flujos de caja de los accionistas con la ampliación sea superior al VAN de los accionistas sin ampliación.

$$\text{Criterio de decisión} = \text{Máx (VAN}_{\text{Opción A}}; \text{VAN}_{\text{Opción B}}; \text{VAN}_{\text{Opción C}})$$

Con este criterio de decisión, sólo se llevarán aquellas ampliaciones que además de realizarse cuando el volumen del tráfico supere la capacidad de la terminal proporcione a los accionistas un Valor Actual Neto superior a la no realización de la ampliación.

En el árbol de decisiones siguiente se muestra cómo funcionan los dos criterios de decisión. Mientras el tráfico esté por debajo de la capacidad de la terminal no se lleva a cabo ninguna ampliación. Cuando el tráfico supera la capacidad de la terminal se toma la decisión de ampliar o no ampliar. Si el VAN de la ampliación es superior al VAN sin ampliación, entonces se amplía la terminal. En caso contrario no se amplía la terminal (Opción C). Lógicamente la ampliación de la última etapa de la Fase 2 (Opción A) es posterior a la primera ampliación de la segunda fase (Opción B).

Figura 54. Árbol de Decisiones Opción de Ampliación



Fuente: Elaboración propia

8.4.5.4. VALORACIÓN DE LA OPCIÓN POR EL MÉTODO DE MONTECARLO

La opción de ampliación de la segunda fase de la terminal es una opción del tipo americana, ya que puede ser ejercida por el Concesionario en cualquier período de tiempo comprendido desde el inicio de la Concesión hasta el fin de la concesión.

Además es una opción compuesta ya que la opción de ampliación engloba dos opciones independientes entre sí: la primera opción de ampliación es llevar a cabo la etapa 3 de la segunda fase de la terminal (Opción B) y la segunda opción de ampliación es llevar a cabo la etapa 4 de la segunda fase de la terminal (Opción A).

Para la valoración de la opción se ha utilizado el método de Montecarlo. A partir de la volatilidad de los inputs principales del modelo (crecimiento del tráfico, estimación del índice de precios al consumo, y evolución de las tasas portuarias que cobra el Concesionario) se han realizado 10.000 simulaciones del VAN de los flujos de Caja de los Accionistas Para cada una de las simulaciones realizadas se ha escogido al final del período de concesión aquella opción que maximiza el VAN de los accionistas. El valor final será el máximo del valor de cada una de las posibles opciones:

$$\text{Valor final} = \text{Máx} (\text{VAN}_{\text{Opción A}}; \text{VAN}_{\text{Opción B}}; \text{VAN}_{\text{Opción C}})$$

En el siguiente cuadro se indican algunos de los valores conseguidos para cada opción (A, B y C) del VAN de los flujos de caja de los accionistas junto con los volúmenes de tráfico a lo largo de toda la concesión. La opción escogida es aquella que proporciona un mayor VAN del flujo de caja de los accionistas.

Tabla 38. Simulación Montecarlo VAN Accionistas de las diferentes Opciones

Nº Iterac.	Total tráfico sin restricc. capacidad	Tráfico A	Tráfico B	Tráfico C	VAN FC Accion. A	VAN FC Accion. B	VAN FC Accion. C	VAN FC con Opción	Opción Escogida
1	91.876.104	91.876.104	86.322.709	67.422.398	150.045.934	140.777.859	123.616.161	150.045.934	A
2	116.577.811	105.051.858	87.846.427	67.454.739	153.779.717	118.989.553	111.878.018	153.779.717	A
3	83.090.618	83.090.618	81.205.002	66.705.889	131.751.512	141.385.594	116.640.677	141.385.594	B
4	100.675.432	100.435.406	89.040.619	68.057.800	217.566.577	197.630.172	154.504.203	217.566.577	A
5	112.227.036	102.779.097	87.729.809	67.498.441	387.637.694	329.181.029	254.610.181	387.637.694	A
6	105.929.855	96.250.533	85.315.645	67.438.159	-12.750.806	-15.708.696	5.971.587	5.971.587	C
7	111.269.417	104.918.361	88.495.796	67.912.102	25.610.374	4.601.435	10.077.070	25.610.374	A
8	73.573.896	73.573.896	73.573.896	67.206.573	56.724.965	58.617.156	80.768.139	80.768.139	C
9	78.853.436	78.853.436	77.528.736	67.528.523	170.656.279	177.157.639	168.941.221	177.157.639	B
.....									
9.994	88.577.706	87.223.138	82.004.530	67.641.055	227.715.531	225.355.747	187.907.345	227.715.531	A
9.995	83.052.555	83.052.555	82.333.561	67.686.124	349.008.975	309.724.759	265.306.578	349.008.975	A
9.996	108.250.032	98.706.851	86.903.314	67.691.018	-95.137.588	-93.218.005	-73.194.901	-73.194.901	C
9.997	88.102.478	88.102.478	83.141.532	66.745.323	186.089.847	183.983.464	156.832.158	186.089.847	A
9.998	94.578.250	90.670.293	82.250.057	67.455.988	-25.823.208	-30.526.494	-24.483.390	-24.483.390	C
9.999	98.859.837	95.803.194	85.052.692	66.918.843	-84.907.831	-86.795.376	-67.646.337	-67.646.337	C
10.000	83.873.360	83.873.360	81.501.418	67.310.609	-171.340.011	-162.142.117	-130.545.859	-130.545.859	C
VAN Esperado					123.037.278	110.562.905	97.855.142	128.194.953	

Fuente: Elaboración propia

El valor final es el VAN combinado del proyecto con las opciones. Como se observa, el valor promedio del VAN de los valores finales (128,2 M€) es superior al valor promedio por separado de las distintas opciones A (123,0 M€), B (110,5 M€) o C (97,8 M€) que utilizan como único criterio para la ampliación que el tráfico alcance el máximo de la capacidad de la terminal.

8.4.6. VALORACIÓN DE LA OPCIÓN REAL

8.4.6.1. VALOR DE LA OPCIÓN DE AMPLIACIÓN

Los resultados del modelo de valoración de la opción real realizados con el Método de Montecarlo, se muestran en la siguiente tabla:

Tabla 39. Valor de la Opción de Ampliación

Valor Opción Ampliación	VAN FC Accionistas
VAN Básico	97.855.142
VAN con Opción	128.194.953
Valor de la Opción de Ampliación	30.339.812

Fuente: Elaboración propia

Como se puede observar el VAN Básico sin la opción de ampliación de la segunda fase de la terminal de contenedores tiene un valor de 97.855.142 euros.

El VAN combinado del proyecto con opciones o VAN total tiene un valor de 128.194.953 euros. El valor de la opción real es la diferencia entre el VAN Total y el VAN Básico, siendo el valor resultante 30.339.812 euros.

8.4.6.2. FRECUENCIA CON QUE SE EJECUTA LA OPCIÓN

En la siguiente tabla, se indica la frecuencia del número de ocasiones en que para las 10.000 simulaciones realizadas con Montecarlo se lleva a cabo cada una de las distintas opciones del Concesionario. Estas frecuencias resultan de los valores máximos seleccionados correspondientes a cada opción al final del período de concesión.

Tabla 40. Frecuencia con que se ejecuta la opción

Opciones	Iteraciones
Número total de Iteraciones	10.000
Iteraciones en que se ejecuta la opción A	5.838
Iteraciones en que se ejecuta la opción B	905
Iteraciones en que resulta la opción C	3.257

Fuente: Elaboración propia

Como se puede observar la opción de ampliación de la terminal tiene un valor de 30,3 M€ aunque el proceso muestra que en 3.257 observaciones el modelo da como resultado que no se ejecute ninguna de las ampliaciones de la segunda fase de la terminal.

Es decir a pesar de tener el Concesionario la opción de ampliar la terminal, dadas las funciones de distribución de tráfico y de los otros inputs del modelo resulta óptimo que en un 32% de los casos no se lleve a cabo ninguna ampliación de la terminal.

Por eso, el valor de la opción no es sólo el valor de la posibilidad de crecimiento derivado de poder disponer de una mayor capacidad de manipulación de contenedores, sino que el valor de la opción incluye también el valor de la flexibilidad de llevar a cabo la ampliación si esta proporciona un mayor VAN que la opción de no realizar la ampliación.

8.4.6.3. EL VALOR DE LA FLEXIBILIDAD

Si el Concesionario no tuviese flexibilidad para decidir si llevar a cabo o no la ampliación de la terminal, el valor de la opción real sería diferente.

Si por ejemplo el contrato de concesión le permitiese al Concesionario en el momento de la licitación optar a poder realizar la segunda fase de la terminal, pero con el compromiso de realizarla cuando el volumen de tráfico superase la capacidad de la terminal. La decisión óptima seguiría siendo coger la opción A de ampliación de la segunda fase de la terminal, pero el valor de esta opción de crecimiento sería inferior sin la opción de la flexibilidad de poder decidir en el momento de la ampliación.

En la siguiente tabla se indica el VAN esperado de cada una de las opciones A (123,0 M€), B (110,5 M€) o C (97,8 M€) que utilizan como único criterio para la ampliación que el tráfico alcance el máximo de la capacidad de la terminal, junto con el VAN Con Flexibilidad (128,2 M€). Hay que resaltar que la Opción A no implica necesariamente que se lleve a cabo la segunda fase de ampliación de la terminal; sino que únicamente refleja la realización por parte del Concesionario de la ampliación de la terminal cuando el tráfico alcanza el máximo de la capacidad de la terminal.

Si el Concesionario no pudiese disponer de flexibilidad, la decisión óptima sería comprometerse a realizar las dos etapas de la segunda fase de la ampliación si el tráfico supera la capacidad máxima de la terminal ya que es la opción que proporciona un mayor valor esperado. Aunque el Concesionario sabe que en algunas ocasiones este compromiso puede no resultarle rentable.

El valor de la flexibilidad sería por tanto la diferencia entre el valor de la Opción A y el VAN con flexibilidad, siendo el valor de la flexibilidad de 5.157.675 euros.

Tabla 41. Valor de la flexibilidad

Opciones	VAN Accionistas (EUR)
VAN Opción A	123.037.278
VAN Opción B	110.562.905
VAN Opción C	97.855.142
VAN Con Flexibilidad	128.194.953
Valor de la Flexibilidad	5.157.675

Fuente: Elaboración propia

8.5. CONCLUSIONES

8.5.1. APLICACIONES DE LAS OPCIONES REALES A LOS PROYECTOS DE INFRAESTRUCTURAS

Frente al análisis de inversiones tradicional, el uso de opciones reales proporciona un esquema mucho más adecuado para la toma de decisiones en los proyectos de inversión. Su uso resulta especialmente adecuado para proyectos de infraestructuras, en los que exista además la posibilidad de ampliación de la infraestructura o que tengan un alto grado de incertidumbre.

Las expectativas de rentabilidad por el sector privado de un proyecto pueden incrementarse enormemente con la introducción de opciones reales. Y con ello, la Administración Pública podría lograr disminuir el apoyo inicial del proyecto con recursos públicos.

Por ejemplo, en el caso analizado de la nueva terminal de contenedores la introducción de una opción de crecimiento de la segunda fase; puede conllevar que los distintos inversores privados estén dispuestos a asumir una mayor inversión inicial en el desarrollo de la primera fase de la terminal de contenedores.

Además de opciones de crecimiento se pueden introducir otro tipo de opciones en proyectos de infraestructuras como posibles garantías para el Concesionario ante situaciones adversas. Como puede ser otorgar la opción al Concesionario de recibir una compensación si la evolución del tráfico es muy inferior a la estimada inicialmente. Por ejemplo, la Autoridad de un Puerto puede otorgar al Concesionario una opción en que el pago de la tasa por ocupación privativa de dominio público (esta tasa funciona como un alquiler en función del espacio ocupado) se vea reducida si el Concesionario no alcanza un determinado volumen de tráfico.

En resumen, el uso de opciones reales se puede utilizar en proyectos de infraestructuras con distintas finalidades, como pueden ser:

- Para poner en valor una segunda fase de un proyecto, y que ello sirva para financiar en parte el desarrollo de la fase inicial.
- Para mitigar los riesgos del concesionario como pueden ser solicitar una garantía mínima de ingresos o una minoración de sus pagos a la Administración.
- Para introducir ciertas condiciones en el contrato de concesión ante determinados eventos que afecten al equilibrio económico-financiero de la concesión. Como pueden ser la ampliación del plazo de concesión, en caso de que la curva de ingresos del Concesionario crezca a un ritmo inferior al previsto.

8.5.2. EXTENSIÓN DEL USO DE LAS OPCIONES REALES EN PROYECTOS DE INFRAESTRUCTURAS

La introducción de las opciones reales puede hacerse no únicamente por parte del inversor privado, sino también pueden ser introducidas a iniciativa de la propia Administración Pública.

En el contrato de una autopista, la Administración puede introducir por ejemplo una “opción de rescisión anticipada del contrato” a favor de la Administración. De modo que la Administración tenga la potestad de rescindir una concesión anticipadamente (y por tanto, de revertir la infraestructura al poder de la Administración) sin otorgar ninguna compensación al Concesionario, en el momento en que el valor actual de los ingresos del concesionario alcance un determinado nivel. Esto es, el Concesionario disfrutaría de la concesión hasta que se cumpliese primero una de las siguientes condiciones: el fin del plazo inicial de la concesión o un determinado valor de ingresos netos. Este tipo de contratos han sido empleados por ejemplo en concesiones de autopistas en Chile.

Las Administraciones Públicas son las que cuentan con la potestad del diseño de los pliegos de licitación de los proyectos de infraestructuras. Según como las Administraciones Públicas diseñen los pliegos de licitación, tienen la posibilidad de incluir diferentes opciones reales en ellos.

Por ello, para la extensión del uso de opciones reales en contratos de infraestructuras el primer agente que ha de tener conciencia de ello es la propia Administración Pública, que fija las condiciones básicas del contrato de concesión.

Además de que las opciones reales sean explícitas en los contratos de concesión, es necesario que tanto las Administraciones Públicas como los inversores privados dispongan de modelos financieros que incluyan la valoración de esas opciones reales. Y que estos modelos sean también compartidos con las entidades financieras que otorgan la financiación.

Actualmente la práctica del uso de opciones reales de forma explícita en la mayoría de los proyectos de infraestructuras es inexistente, aún a pesar de que resulta evidente la ventaja de la introducción de opciones reales en ese tipo de proyectos.

8.6. REVISIÓN LITERATURA OPCIONES REALES

En la siguiente tabla se muestra una revisión de la literatura reciente junto con otros trabajos relevantes sobre opciones reales, que analizan diversos aspectos como: opciones reales aplicadas a las infraestructuras (Martins, J., Marques, R., y Cruz, C., 2015; y Santos, L., Soares, I., Mendes, C., y Ferreira, P., 2014), opciones de abandono (Rakić, B., y Rađenović, T., 2014; y Lee, H., 2011), opciones de crecimiento (Kester, W.C., 1984), contratos flexibles (Oliveira, C., y Cunha, R., 2013; y Van Rhee, C.G., Pieters, M., y Van de Voort, M.P., 2008), volatilidad no constante (Brandão, L.E., Dyer, J. S., y Hahn, W.J., 2012), proceso de toma de decisiones (Garvin, M.J., y Ford, D.N., 2011), método binomial (Mascareñas, J., 2011; y Cox, J., Ross, S., y Rubinstein, M., 1979), alternativas a la no replicabilidad (Fernández, P., 2008), modelos con saltos “jump” (Cont, R. y Tankov, P., 2004), método de Black-Scholes-Merton (Margalef-Roig, J., y Miret-Artes, S., 2004; Merton, R., 1973; y Black, F. y Scholes, M., 1973), métodos de valoración de opciones reales (Mascareñas, J., Lamothe, P., López Lubián, F. y de Luna, W., 2004), el proceso OrnsteinUhlenbeck (Gillespie, D.T., 1996), o decisiones óptimas de inversión y financiación (Suárez, A., 1980).

Tabla 42. Revisión Literatura Opciones Reales

Autores	Contenido de los Estudios
Martins, J., Marques, R., & Cruz, C. (2015) “Real Options in Infrastructure: Revisiting the Literature”	<p>Objetivos y Metodología: El objetivo del estudio es proporcionar una descripción de la literatura actual sobre las opciones reales, aplicadas al desarrollo de infraestructuras.</p> <p>Resultados y Aportaciones: El estudio describe los tipos principales de opciones, los mecanismos de valoración y proporciona una descripción extensa de las aplicaciones de las opciones reales al sector de infraestructuras.</p>
Santos, L., Soares, I., Mendes, C., & Ferreira, P. (2014) “Real Options versus Traditional Methods to assess Renewable Energy Projects”	<p>Objetivos y Metodología: El objetivo del estudio es aplicar el enfoque de Opciones Reales a una planta mini-hidráulica empleando el árbol binomial desarrollado por Cox, Ross y Rubinstein en 1979.</p> <p>Resultados y Aportaciones: El estudio concluye que el valor de las Opciones Reales es mayor que el valor del VAN porque el inversor puede conseguir mejor información y reducir la incertidumbre cuando tiene la opción de retrasar el proyecto.</p>
Rakić, B., & Rađenović, T. (2014) “Real Options Methodology in Public-Private Partnership Project Valuation”	<p>Objetivos y Metodología: El objetivo del estudio es analizar si la opción de abandono incrementa el valor del proyecto. Para ello, utiliza un modelo binomial con probabilidades de riesgo neutrales con el fin de valorar una opción Europea y una Americana de abandono del proyecto.</p> <p>Resultados y Aportaciones: Los resultados del estudio muestran que el valor del Proyecto con la opción de abandono americana es mayor que con la opción de abandono europea, lo que implica que las opciones americanas ofrecen mayor flexibilidad y por tanto son más valiosas para los inversores privados.</p>

<p>Oliveira, C., & Cunha, R. (2013) "Flexible contracts to cope with uncertainty in public-private partnerships"</p>	<p>Objetivos y Metodología: El estudio considera el concepto de flexibilidad contractual y su incorporación en el desarrollo de los PPP. Seleccionan el caso de un hospital para evaluar las ventajas de desarrollar un contrato flexible, construyendo un modelo basado en la teoría de opciones reales.</p> <p>Resultados y Aportaciones: El estudio concluye que permitiendo al concesionario poder adaptar, bajo ciertas condiciones, la infraestructura y la prestación del servicio cuando una nueva información es conocida, se aumenta el valor del proyecto.</p>
<p>Brandão, L.E., Dyer, J. S., & Hahn, W.J. (2012) "Volatility estimation for stochastic project value models"</p>	<p>Objetivos y Metodología: La consolidación de múltiples fuentes de incertidumbre en un solo proceso estocástico para la valoración de proyectos puede aumentar la flexibilidad computacional para el análisis de complejos problemas de valoración de opciones reales. Sin embargo, la volatilidad es sistemáticamente exagerada en los métodos de valoración existentes, lo que puede causar valoraciones incorrectas.</p> <p>Resultados y Aportaciones: En el artículo se examina analíticamente tanto la fuente de la desviación (o bias) como el ajuste para quitarla. Posteriormente se generaliza el método a los casos de flujos de caja con endeudamiento y volatilidad no constante aplicándose a ejemplos concretos.</p>
<p>Garvin, M.J., & Ford, D.N. (2011) "Real options in infrastructure projects: theory, practice and prospects"</p>	<p>Objetivos y Metodología: El estudio afirma que para mejorar el uso de las opciones reales en los proyectos de infraestructuras, se debe mejorar la comprensión del entorno de la toma de decisiones y del comportamiento de los decisores.</p> <p>Resultados y Aportaciones: El estudio concluye que las características de los proyectos de infraestructura y la gestión de proyectos se basan en seis proposiciones, que necesitan desarrollarse para acercar el uso de las opciones reales a los proyectos de infraestructuras.</p>
<p>Lee, H. (2011) "A Real Option Approach to Valuing Infrastructure Investments"</p>	<p>Objetivos y Metodología: El estudio analiza el valor de un proyecto usando el método de Descuentos de Flujos de Caja y el método de Opciones Reales en el caso de un proyecto donde hay una Garantía de Ingresos Mínimos del Gobierno y la opción de abandono.</p> <p>Resultados y Aportaciones: El estudio concluye que el enfoque de Opciones Reales permite mejorar la valoración de proyectos, y que el valor de proyecto se puede ajustar conforme varían las variables del proyecto.</p>
<p>Mascareñas, J. (2011) "Opciones Reales: Valoración por el método binomial"</p>	<p>Objetivos y Metodología: El estudio propone utilizar el método binomial para la valoración de opciones reales por ser el más intuitivo y el que utiliza unos cálculos matemáticos más sencillos. Lo que facilita su comprensión y uso en la toma de decisiones por los directivos.</p> <p>Resultados y Aportaciones: El estudio muestra cómo utilizar en la práctica el método binomial en la valoración de opciones reales mediante tres pasos: estimar las variables básicas del modelo, diseñar el árbol binomial y obtener el valor de la opción.</p>

<p>Van Rhee, C.G., Pieters, M., & Van de Voort, M.P. (2008) “Real Options applied to infrastructure projects: a new approach to valuing and managing risk and flexibility”</p>	<p>Objetivos y Metodología: La literatura proporciona varios ejemplos sobre como valorar opciones o ejecutar un análisis de Opciones Reales. Sin embargo, la mayoría de estos ejemplos falla en incorporar todas las oportunidades ofrecidas por las Opciones Reales como modo para incluir opciones y/o reducir la incertidumbre. El objetivo del estudio es proporcionar un amplio conjunto de alternativas de opciones reales para la evaluación de proyectos de infraestructuras.</p> <p>Resultados y Aportaciones: El estudio presenta doce oportunidades que deberían ser consideradas para reducir al mínimo el riesgo de un proyecto y aumentar la flexibilidad del proyecto durante su vida. Esta lista está basada en la experiencia práctica de evaluadores de proyecto y podría ser usada como un punto de partida para identificar las alternativas que deberían ser evaluadas.</p>
<p>Fernández, P. (2008) “Valoración de Opciones Reales: dificultades, problemas y errores”</p>	<p>Objetivos y Metodología: El estudio afirma que las fórmulas de valoración de opciones financieras se basan en el arbitraje y que pocas veces tiene sentido aplicarlas a las opciones reales porque no son replicables. Como alternativa propone modificar las fórmulas de las opciones reales para tener en cuenta la no replicabilidad.</p> <p>Resultados y Aportaciones: El estudio analiza los problemas en la valoración de opciones reales como son la dificultad de definir los parámetros necesarios para valorar las opciones reales, la dificultad de cuantificar la volatilidad de las fuentes de incertidumbre y la dificultad de calibrar la exclusividad de la opción. Y propone alternativas para su valoración.</p>
<p>Cont, R. & Tankov, P. (2004) “Financial Modeling with Jump Processes”</p>	<p>Objetivos y Metodología: Los datos financieros muestran que los precios de los activos financieros contienen saltos (<i>jumps</i>) y por tanto los saltos en los precios deberían ser incorporados en los modelos de valoración de activos. El estudio analiza diferentes temas relacionados con el uso de procesos con saltos en finanzas y econometría.</p> <p>Resultados y Aportaciones: El estudio analiza diversos modelos con saltos: modelos de volatilidad estocástica de Lévy aplicados a procesos de saltos multivariantes, modelos de volatilidad estocástica con una media móvil de saltos positivos (tipo GARCH), y modelos de volatilidad estocásticos continuos que pueden contener saltos. Finalmente analiza el efecto del riesgo de los saltos en el valor de los activos por su efecto en la varianza.</p>
<p>Margalef-Roig, J., & Miret-Artes, S. (2004) “Cálculo estocástico aplicado a las finanzas: Precio de las opciones</p>	<p>Objetivos y Metodología: En el estudio se expone la teoría de Black–Scholes–Merton (BSM) para asignar precio a las opciones sobre acciones. Una primera generalización de este modelo consiste en permitir que la deriva, μ, la volatilidad, σ, y el tipo de interés, r puedan ser variables.</p>

según el método Black-Scholes-Merton y algunas generalizaciones"	Resultados y Aportaciones: El estudio desarrolla en detalle diversas fórmulas de valoración matemáticas de opciones. El estudio concluye que la integral estocástica de procesos previsible y localmente acotados respecto a semimartingalas permiten una modelización muy general de los mercados financieros.
Mascareñas, J., Lamothe, P., López Lubián, F. & de Luna, W. (2004) "Opciones reales y valoración de activos"	<p>Objetivos y Metodología: El objetivo es enseñar cómo valorar activos reales a través de la metodología de las Opciones Reales. Dicha metodología se fundamenta en el análisis de la flexibilidad operativa de los proyectos de inversión así como en el análisis de los derechos implícitos en un activo o empresa.</p> <p>Resultados y Aportaciones: El estudio identifica los tipos de opciones reales, las variables que son necesarias para su valoración como el cálculo de la volatilidad, y define los métodos de valoración de opciones reales.</p>
Gillespie, D.T. (1996) "Exact numerical simulation of the Ornstein-Uhlenbeck process and its integral"	<p>Objetivos y Metodología: El estudio presenta un algoritmo de simulación numérico que es exacto para cualquier paso de tiempo Δt derivado del proceso OrnsteinUhlenbeck.</p> <p>Resultados y Aportaciones: El algoritmo presentado en el estudio permite hacer simulaciones eficientes, de por ejemplo una partícula que sigue un movimiento Browniano. El algoritmo de simulación exacto es usado para ilustrar el teorema del límite de t cero.</p>
Kester, W.C. (1984) "Today's options for tomorrow's growth"	<p>Objetivos y Metodología: El estudio analiza las opciones de crecimiento de las empresas. Compara las inversiones a futuro que realizan las empresas con las opciones de compra (o <i>call</i>) de las acciones.</p> <p>Resultados y Aportaciones: El estudio concluye que las empresas tienden a adelantar las inversiones a pesar de tener la posibilidad de diferir esas inversiones en el tiempo porque una opción es más valiosa cuando se posee en exclusiva que cuando es compartida con los competidores que pueden replicar la inversión y reducir la rentabilidad del proyecto.</p>
Suárez, A. (1980) "Decisiones óptimas de inversión y financiación en la empresa"	<p>Objetivos y Metodología: El estudio analiza la función financiera de la empresa en su doble dimensión de aprovisionamiento del capital y asignación del mismo a usos productivos. Junto a la inversión productiva y la financiación empresarial se estudia también los criterios de racionalidad de la inversión financiera y la teoría de la formación de los precios y del equilibrio en el mercado de capitales.</p> <p>Resultados y Aportaciones: El estudio observa que la empresa es una sucesión en el tiempo de proyectos de inversión y financiación. Para que la empresa pueda crecer, la tasa de retorno de las inversiones realizadas ha de ser superior al coste medio ponderado de los recursos financieros utilizados para su financiación.</p>

<p>Cox J., Ross, S., & Rubinstein, M. (1979) “Options pricing: a simplified approach”</p>	<p>Objetivos y Metodología: El estudio desarrolla el método binomial aplicado a la valoración de opciones financieras en tiempo discreto. Se basa en los principios económicos fundamentales del arbitraje para la valoración de opciones.</p> <p>Resultados y Aportaciones: El estudio presenta un modelo matemático sencillo para la valoración de opciones, que es un caso particular del modelo de Black-Scholes (matemáticamente mucho más complejo). El modelo binomial permite de una manera fácil y eficiente valorar opciones financieras.</p>
<p>Merton, R. (1973) “Theory of Rational Option Pricing”</p>	<p>Objetivos y Metodología: El objetivo del estudio es desarrollar la fórmula de Black y Scholes de forma consistente con la teoría de opciones para valorar diversas opciones y tener en consideración diversas circunstancias no previstas anteriormente como el pago de dividendos.</p> <p>Resultados y Aportaciones: El estudio utiliza el movimiento geométrico Browniano para asignar precio a las opciones. Desarrolla la fórmula de Black y Scholes para valorar opciones <i>call</i> y <i>put</i> así como <i>warrants</i>. Introduce más restricciones a la fórmula como el pago de dividendos o un cambio en el precio de ejercicio de la opción.</p>
<p>Black, F., & Scholes, M. (1973) “The Pricing of Options and Corporate Liabilities”</p>	<p>Objetivos y Metodología: El estudio parte de la hipótesis de que si las opciones están correctamente valoradas en el mercado no es posible obtener un beneficio mediante carteras con posiciones a corto y largo de opciones y acciones. Usando el principio del arbitraje desarrolla la fórmula de Black y Scholes.</p> <p>Resultados y Aportaciones: El estudio introduce la fórmula de Black y Scholes para valorar opciones, que a diferencia del método binomial es un modelo a tiempo continuo. El método de valoración se basa en una cartera formada por un activo con riesgo (una acción) que tiene una volatilidad asociada y un activo libre de riesgo.</p>

Fuente: Elaboración propia

9. CONCLUSIONES

Los proyectos de infraestructuras conllevan una serie de riesgos inherentes – como el riesgo de construcción, riesgo de demanda, riesgo de tipo de interés, etc. – que afectan a los flujos de caja futuros del proyecto, y que por tanto tienen un impacto directo en la capacidad de repago de la deuda y en la rentabilidad del proyecto para los accionistas.

Las técnicas tradicionales para la estructuración financiera y la evaluación del riesgo y la rentabilidad de proyectos de infraestructuras, no aplican de forma habitual técnicas estadísticas que tengan en cuenta la aleatoriedad de las proyecciones futuras.

En el presente estudio se ha realizado un exhaustivo análisis de cuáles son las técnicas tradicionales para la evaluación de proyectos de infraestructuras y para la estructuración de la deuda bajo la modalidad *Project Finance*. Y de cómo estas técnicas pueden mejorarse introduciendo funciones de distribución de probabilidad de las variables principales del proyecto, y obteniendo las funciones de distribución de probabilidad de los resultados del proyecto mediante el uso del método de Montecarlo.

En el estudio se ha tratado en profundidad los cuatro aspectos principales a considerar en la valoración de un proyecto de infraestructuras, que son:

- La estimación de la tasa de rentabilidad de los accionistas que llevan a cabo el proyecto.
- La estructuración de la deuda.
- La medición del nivel de riesgo de los prestamistas.
- La valoración del activo subyacente y de las opciones reales del proyecto.

Aplicación de las técnicas estadísticas a proyectos de infraestructuras

Las técnicas tradicionales de la metodología *Project Finance* empleadas en la evaluación de proyectos resultan insuficientes para valorar adecuadamente el proyecto y analizar el nivel de riesgo que soportan los accionistas y los prestamistas en los proyectos de infraestructuras.

Mediante el uso de técnicas estadísticas es posible obtener una valoración mucho más precisa del activo subyacente, estimar la estructuración de la deuda, la estimación del nivel de riesgo de los prestamistas y de los inversores, y el valor de las opciones reales del proyecto.

Pero si las ventajas son tan evidentes, entonces cuáles son las razones de porque esté tan poco extendido su uso.

El uso poco frecuente de técnicas estadísticas en la evaluación de proyectos de infraestructuras se debe principalmente a la dificultad de estimar las funciones de distribución de probabilidad de las variables principales del proyecto; debido a la muy escasa o nula información muestral disponible para ajustar las funciones de distribución de probabilidad, y el coste en tiempo y recursos que requiere la obtención de las funciones de probabilidad.

Para que a efectos prácticos esta metodología sea eficaz y se pueda aplicar a numerosos proyectos, es clave que la definición de las funciones de distribución de probabilidad no conlleve un incremento considerable en tiempo y coste en la evaluación de proyectos con respecto a la metodología tradicional *Project Finance*.

Una alternativa relativamente sencilla de implantar el uso de técnicas estadísticas en la valoración de proyectos, es la siguiente:

- El primer paso es analizar cuáles son las variables principales del proyecto que presentan un alto grado de incertidumbre (ejemplo, el nivel de demanda, las tasas de interés, o las tarifas), y dejar fuera aquellas variables cuyo riesgo haya sido transferido por el Concesionario a un tercero que es quien asume el riesgo de esa variable (ejemplo, el coste de construcción deja de ser una variable con incertidumbre para el concesionario cuando ha firmado un contrato cerrado llave en mano con una constructora).
- Tras identificar las variables que tienen mayor impacto en los resultados del modelo y un alto nivel de incertidumbre, el siguiente paso es en base a la experiencia de proyectos similares utilizar funciones de distribución de probabilidad adaptadas a esas variables (ejemplo, estudios sobre funciones de distribución de probabilidad sobre comportamiento futuro de las tasas de inflación o de interés, funciones de probabilidad sobre la inversión o sobre las tarifas, algoritmos para proyecciones de tráfico).
- Una vez asignadas las funciones de distribución de probabilidad de las variables principales del modelo, el siguiente paso es utilizar el método de Montecarlo para obtener las funciones de distribución de probabilidad de los principales outputs del modelo (como son el VAN y la TIR del proyecto y de los accionistas o los ratios de cobertura de la deuda).

Estructuración de la deuda

En el estudio se ha detallado cuál es la técnica habitual en *Project Finance* para la estructuración de la deuda en proyectos de infraestructuras. Siendo las variables principales el Ratio de Cobertura del Servicio de la Deuda en función de los flujos de caja disponibles para el servicio de la deuda generados por el proyecto, y el plazo de la deuda que las entidades financieras están dispuestas a asumir dada la duración del proyecto, el periodo de cola requerido y las condiciones del mercado financiero.

La estructuración de la deuda en base al Ratio de Cobertura del Servicio de la Deuda es una técnica muy extendida, y es la única aceptada de forma generalizada por las entidades financieras.

Las principales mejoras a introducir con respecto al análisis tradicional para la estructuración de la deuda serían principalmente:

- Para el cálculo del Ratio de Cobertura del Servicio de la Deuda, emplear para la definición del Flujo de Caja Disponible para el Servicio de la Deuda - en vez de medidas contables provenientes de la Cuenta de Pérdidas y Ganancias como EBITDA e Impuestos -, los valores provenientes de la Cascada de Flujos de Caja.

Ello conlleva que los accionistas de la sociedad concesionaria y las entidades prestamistas acuerden la definición y el uso de un modelo financiero que represente los flujos financieros del proyecto.

- Para la estructuración de la deuda en vez de emplear un valor único del Ratio de Cobertura del Servicio de la Deuda, se recomienda emplear el uso de percentiles estimados mediante técnicas estadísticas.

No es lo mismo definir que el RCSD en el Caso Pesimista nunca puede ser menor que 1 y que en el Caso Base debe ser como mínimo 1,4; a definir que el RCSD en ninguno de los años puede estar por debajo de 1,3 para el percentil 10%. Esto es, los prestamistas en vez de un valor único del RCSD para un escenario, tienen una estimación de que el RCSD con una probabilidad del 90% es superior a 1,3 y que sólo en un 10% de los casos el RCSD se situará por debajo del 10%.

Estimación de la tasa de rentabilidad del proyecto y de los accionistas

Respecto al análisis de riesgos sobre las tasas de rentabilidad y el riesgo de crédito de los prestamistas, las técnicas más habituales en *Project Finance* han sido el análisis de sensibilidad y el análisis de escenarios, con el fin de evaluar la solidez financiera de los resultados del proyecto.

Estas técnicas que no incluyen funciones de distribución de probabilidad, no son capaces de reflejar de forma adecuada el nivel de incertidumbre de los resultados del proyecto.

En el estudio se ha definido cuáles son los flujos de caja determinantes del proyecto (Flujos de Caja del Proyecto antes de Impuestos y Flujos de Caja del Proyecto después de Impuestos) y de los accionistas (Flujos de Caja disponibles para los Accionistas y Flujos de Caja de los Accionistas). Para ello se recomienda emplear la Cascada de Flujos de Caja, como el mejor método para estimar los anteriores flujos de caja.

Asimismo, de forma complementaria a las técnicas tradicionales de análisis de sensibilidad y análisis de escenarios, se recomienda el empleo de percentiles para las tasas de rentabilidad – VAN y TIR - estimados mediante técnicas estadísticas.

Por ejemplo, los accionistas pueden fijarse como objetivo a la hora de evaluar el proyecto (o de definir su oferta económica en la licitación del proyecto) obtener una TIR del Flujo de Caja de los Accionistas del 12% para el percentil 30%. De este modo los accionistas en vez de un valor único de la TIR, tienen una estimación de que la TIR con una probabilidad del 70% es superior al 12%, y de que tan sólo en el 30% de los casos la TIR se situará por debajo del 12%.

De igual manera se pueden definir objetivos de percentiles para el VAN de los Flujos de Caja de los Accionistas, y para el VAN y TIR de los Flujos de Caja del Proyecto.

El uso de los percentiles proporciona a los accionistas una valiosa información sobre la probabilidad de su rentabilidad futura, en vez de obtener un único valor sin ninguna información sobre su probabilidad de ocurrencia.

Medición del nivel de riesgo de los prestamistas

Para la medición del nivel de riesgo de los prestamistas se han presentado el uso de dos metodologías que pueden emplearse de forma complementaria.

La aplicación de la metodología tradicional de *Project Finance* se basa principalmente en que el Ratio de Cobertura Anual del Servicio de la Deuda nunca sea inferior a 1 (o al valor del RCSD definido en el Contrato de Financiación por debajo del cual el Concesionario estaría en situación de insolvencia o *event of default*). La situación de impago se produce cuando el RCSD (y/o el Ratio de Cobertura de Intereses RCI, según lo definido en el Contrato de Financiación) caen por debajo de un determinado nivel.

Los inconvenientes principales de esta metodología son que para la medición del nivel de riesgo de crédito sólo se tiene en cuenta una medida anual (en vez de una valoración conjunta de los flujos de caja del proyecto), y que los valores anuales del RCSD dependen en una gran medida del calendario temporal con que se haya estructurado la deuda del proyecto.

El uso de técnicas estadísticas para la estructuración de la deuda y para la medición del nivel de riesgo mediante el uso de percentiles, puede mejorar en gran medida, frente al análisis tradicional, la estructuración del calendario anual de la deuda y las estimaciones de riesgo de los prestamistas.

Una metodología alternativa son los modelos estructurales de riesgo de crédito como *KMV* que se concentran - en lugar de en el análisis de los flujos de caja del proyecto y del servicio de la deuda -, en analizar la evolución de la valoración de los activos de la empresa. En este segundo tipo de modelos, la situación de impago se produce cuando el valor de los activos de la empresa se sitúa por debajo del valor de la deuda.

De forma resumida, se puede afirmar que el método *Project Finance* depende en gran medida del calendario temporal en que se ha estructurado la deuda del proyecto; mientras que el método *KMV* es mucho más independiente del calendario de la deuda (que no del nivel de deuda) y se basa en los flujos de caja restantes en relación al volumen de deuda pendiente.

La principal diferencia entre ambos métodos reside en el distinto plazo temporal de los flujos de caja considerados en cada modelo. Mientras que el método *KMV* considera todos los flujos de caja a futuro del proyecto, el método *Project Finance* tiene en cuenta únicamente los flujos de caja del año analizado.

Este diferente enfoque temporal hace que las dos metodologías – *KMV* y *Project Finance* – aún basándose en las mismas condiciones básicas del modelo y en las mismas funciones de distribución de probabilidad de los inputs, puedan proporcionar funciones de distribución de probabilidad de impago muy diferentes.

En realidad, la condición esencial del método KMV de que el valor de la empresa no sea inferior al valor de la deuda pendiente; es equivalente a la condición de que el ratio *Project Life Cover Ratio* (que se define como el VAN de los flujos de caja disponibles para la deuda a lo largo de todo el proyecto entre el principal pendiente de la deuda en el momento del cálculo) no sea nunca inferior a uno.

Ambas metodologías se pueden combinar para el análisis de riesgo de crédito de los prestamistas en los proyectos de infraestructuras, y definir objetivos de percentiles para los ratios de cobertura de la deuda que se deban cumplir de forma conjunta en la estructuración de la deuda y evaluación del proyecto, como puede ser por ejemplo:

- Que el Ratio Anual de Cobertura del Servicio de la Deuda (RCSD) en ninguno de los años puede estar por debajo de 1,3 para el percentil 10%.
- Que el *Loan Life Cover Ratio* (LLCR) nunca sea inferior a 1,1 para el percentil 10%.
- Que el *Project Life Cover Ratio* (PLCR) nunca sea inferior a 1 para el percentil 10%.

Valoración del activo subyacente y de las opciones reales del proyecto

El uso de técnicas estadísticas permite obtener una mejor valoración del activo subyacente del proyecto. En vez de obtener un único valor del VAN de los flujos de caja del proyecto o de los accionistas, a través de funciones de distribución de probabilidad y el método de Montecarlo se puede obtener por ejemplo una función de distribución de probabilidad del VAN de los flujos de caja de los accionistas.

Por ejemplo, los accionistas a la hora de definir su oferta económica en la licitación de un proyecto pueden fijar como objetivo obtener un VAN del Flujo de Caja de los Accionistas de 30.000.000 euros para el percentil 30%. De este modo los accionistas en vez de un valor único del VAN, tienen una estimación de que el VAN con una probabilidad del 70% es superior a 30.000.000 de euros, y de que tan sólo en el 30% de los casos el VAN se situará por debajo de 30.000.000 de euros. Ello permite obtener valoraciones mucho más precisas que mediante el método tradicional.

Las técnicas estadísticas y el método de Montecarlo permiten además valorar las opciones reales que sean inherentes al proyecto, o que puedan ser introducidas en la negociación del contrato de concesión entre el adjudicatario y la Administración. Frente al análisis tradicional, la correcta valoración de las opciones reales permite mejorar en gran medida la toma de decisiones y el proceso de evaluación en los proyectos de inversión.

El uso de opciones reales resulta especialmente adecuado en los proyectos de infraestructuras, en los que existe un alto grado de incertidumbre sobre las variables del proyecto (la demanda, el importe de la inversión final o las tarifas) y en los que existen una amplia gama de opciones reales: desde la posibilidad de incrementar la capacidad de la infraestructura, aumentar a cambio de una mayor inversión el plazo de concesión, diferir una inversión o abandonar el proyecto si los resultados económicos son mucho peores de lo esperado.

Las expectativas de rentabilidad por el sector privado de un proyecto pueden incrementarse enormemente con la introducción de opciones reales. Y con ello, la Administración Pública podría poner en valor esas opciones reales y lograr disminuir el apoyo inicial del proyecto con recursos públicos.

Además de opciones de crecimiento se pueden introducir otro tipo de opciones en proyectos de infraestructuras como posibles garantías para el Concesionario ante situaciones adversas, con lo que las opciones reales pueden ser un instrumento para la asignación de riesgos entre el Concedente y Concesionario o para garantizar la financiabilidad de un proyecto.

En el estudio se han detallado cuáles son las opciones reales más habituales en proyectos de infraestructuras y cómo es su proceso de valoración mediante ejemplos reales.

Agentes principales en los proyectos de infraestructuras

Por último una de las principales conclusiones del estudio es que para la introducción de las técnicas estadísticas en la evaluación de proyectos de infraestructuras es imprescindible un cambio en el método de trabajo de los principales agentes involucrados.

Los agentes principales de un proyecto de infraestructuras, son:

- Administraciones Públicas (entidad concedente del proyecto).
- Licitadores o Accionistas privados del proyecto (empresas constructoras, concesionarias de infraestructuras, inversores financieros).
- Entidades Financieras (bancos y organismos multilaterales).

Las Administraciones Públicas que son la entidad concedente en los proyectos de infraestructuras, tienen la posibilidad de mejorar las técnicas de valoración en los proyectos de infraestructuras. Especialmente, en dos ámbitos:

- En los estudios de viabilidad económico-financiera de proyectos de infraestructuras, que por obligación legal en la mayoría de países tiene que elaborar la Administración Pública.
En esos estudios de viabilidad económico-financiera la Administración puede exigir que se realice un análisis estadístico de las principales variables del proyecto (como el tráfico o las tarifas, o el volumen de inversión) y que se obtengan funciones de distribución de probabilidad de los principales resultados del proyecto (como la TIR o los ratios de cobertura de la deuda), así como que se obtenga una valoración de las opciones reales del proyecto.
- En los pliegos de licitación de los proyectos. La Administración puede introducir en los pliegos requisitos para que los licitadores en la elaboración de sus Planes Económicos Financieros a presentar a la Administración tengan en consideración de forma explícita la aleatoriedad de las proyecciones financieras mediante funciones de distribución de probabilidad.

Los licitadores y accionistas privados que son responsables de elaborar el plan económico financiero, tienen la posibilidad de mejorar la evaluación de los proyectos introduciendo estimaciones de probabilidad en sus cálculos económicos. Para ello, pueden exigir:

- A las empresas consultoras que contratan, como asesores de tráfico, que introduzcan funciones de distribución de probabilidad en las proyecciones de demanda. Actualmente la técnica más habitual es generar dos o tres escenarios de tráfico (caso base, pesimista y optimista) sin que se asigne ningún valor de probabilidad a las proyecciones, lo que resulta insuficiente para valorar correctamente las proyecciones.
- A los modelistas financieros, responsables de elaborar el modelo financiero que soporta la oferta económica del licitador, que mediante el uso de funciones de probabilidad y el método de Montecarlo proporcionen funciones de probabilidad de los resultados críticos del modelo como el VAN, la TIR o los ratios de cobertura; y que valoren las posibles opciones reales del proyecto.

Las entidades financieras que proporcionan la financiación de proyecto, tienen también la posibilidad de que en la evaluación de los proyectos se mejore en gran medida la estimación del nivel de riesgo de los prestamistas mediante la introducción de funciones de probabilidad. En particular:

- En los procesos de *due diligence* del proyecto, las entidades financieras pueden exigir que en la elaboración del modelo financiero se proporcione información sobre las funciones de distribución de probabilidad de los ratios de cobertura del proyecto con el fin de evaluar correctamente el riesgo de crédito de los prestamistas.
- En los contratos de financiación, las entidades financieras pueden introducir cláusulas que tengan en cuenta en la evaluación del proyecto la probabilidad de ocurrencia de los ratios de cobertura de la deuda (ejemplo el RCSD o el PLCR). Por ejemplo, exigir que el proyecto tenga un PLCR de 1,2 para el percentil 10% durante toda la vida de la concesión en vez de proporcionar un único valor. Eso exige que las entidades financieras soliciten información de los ratios no solo en base a la presentación de unas cuentas anuales, sino conforme a un modelo financiero que tenga en cuenta las proyecciones futuras acordado conjuntamente entre los accionistas y los prestamistas.

BIBLIOGRAFÍA

Public Private Partnerships

- [1] Akitoby, B., Hemming, R. & Schwartz, G. (2007). Public Investment and Public-Private Partnerships. Economic Issues 40, IMF
- [2] Araújo, S., & Sutherland, D. (2010). Public-Private Partnerships and Investment in Infrastructure. OECD Economics Department Working Papers, No. 803
- [3] Auriol, E., & Picard, P.M. (2009). A theory of BOT concession contracts. Journal of Economic Behavior and Organization 89, 187–209
- [4] Bomel Limited (2006). The global perspective in addressing construction risks.
- [5] Burger, P. & Hawkesworth, I. (2011). How To Attain Value for Money - Comparing PPP and Traditional Infrastructure Public Procurement. OECD
- [6] Chen, B., & Chiu, S. (2010). Public-private partnerships: Task interdependence and contractibility. International Journal of Industrial Organization 28, 591–603
- [7] Comer, B. (1996). Project Finance Teaching Note. The Wharton School
- [8] De Bettignies, J. E., & Ross, T. (2009). Public private partnerships and the privatization of financing: An incomplete contracts approach. International Journal of Industrial Organization 27, 358–368
- [9] De Brux, J. & Desrieux, C. (2012). Public-private partnerships and the allocation of demand risk. An incomplete Contract Theory Approach.
- [10] Deblanc, E. (2008). Infrastructure Group London. BNP Paribas
- [11] Delmon, J. (2010). Understanding Options for Public-Private Partnerships in Infrastructure. Policy Research Working Paper 5173, World Bank
- [12] Denton Wilde Sapte (2004). A guide to Project Finance.
- [13] ECORYS (2005). Infrastructure expenditures and costs.
- [14] Engel, E., Fisher, R., & Galetovic, A. (2013). The basic public finance of public-private partnerships. Journal of the European Economic Association 11, 83–111
- [15] Engel, E., Fisher, R., & Galetovic, A. (2014). The Economics of Public-Private Partnerships: A Basic Guide. Cambridge University Press

- [16] EPEC (2010). Eurostat Treatment of Public-Private Partnerships. Purposes, methodology and recent trends. European PPP Expertise Centre
- [17] Estache, A., Ellis, J., & Trujillo, L. (2007). Public-Private Partnerships in Transport. World Bank
- [18] Estache, A., Iimi, A., & Ruzzier, C. (2009). Procurement in Infrastructure. What Does Theory Tell Us. World Bank
- [19] Eurostat (2014). Manual on government deficit and debt. Implementation of ESA 2010
- [20] Farrugia, C., Reynolds, T., & Orr, R.J. (2008). Public-Private Partnership Agencies: A global perspective. Collaboratory for Research on Global Projects
- [21] Fernández, P. (2006). Cash Flow is Cash and is a Fact. Net Income is just an opinion. IESE Working Paper no 629
- [22] Graeme, A.H., Carsten, G. & Boardman, A.E. (2010). International Handbook on Public-Private Partnerships. Edward Elgar Publishing, Inc.
- [23] Hammami, M., Ruhashyankiko, J.F., & Yehoue, E. B. (2006). Determinants of Public-Private Partnerships in Infrastructure. IMF Working Paper
- [24] HM Treasury, UK (2006). Value for Money Assessment Guidance.
- [25] Hoppe, E. I., & Schmitz, P. W. (2013). Public-private partnerships versus traditional procurement: Innovation incentives and information gathering. The RAND Journal of Economics 44, 56–74
- [26] International Bank for Reconstruction and Development, IBRD (2012). Public-Private Partnerships Reference Guide. PPIAF World Bank
- [27] IMF (2004). Public-Private Partnerships.
- [28] Iossa, E., & Martimort, D. (2012). Risk allocation and the costs and benefits of public-private partnerships. The RAND Journal of Economics 43, 442–474
- [29] Iossa, E., & Martimort, D. (2015). The Simple Microeconomics of Public-Private Partnerships. Journal of Public Economic Theory. Volume 17, Issue 1, pages 4–48
- [30] Krüger, N. A. (2012). Estimating traffic demand risk- A multiscale analysis. Transportation Research Part A: Policy and Practice, 46(10), 1741-1751
- [31] Lo, W., & Chen, Y. (2007). Optimization of Contractor's S-Curve. 24th International Symposium on Automation & Robotics in Construction
- [32] Mascareñas, J. (2001). Divisas y tipos de cambio.

- [33] Pérez, J.A. (2009). Introducción sobre la aplicación de los criterios del SEC 95 a las cuentas públicas. Instituto de Estudios Fiscales
- [34] PriceWaterhouseCoopers (2005). Delivering the PPP Promise. A review of PPP Issues and activity. Connectedthinking PriceWaterhouseCoopers
- [35] Ramírez, A. (2009). Modelos de la valoración de los acuerdos de concesión de infraestructuras: la interpretación número 12 de IASB.
- [36] Ridolfi, R. (2004). Resource Book on PPP Case Studies. European Commission Directorate-General Regional Policy
- [37] Ross, T. W., & Yan, J. (2013). Efficiency vs. flexibility in public-private partnerships. Mimeo, University of British Columbia
- [38] Tang, L., Shen, Q., & Og, E.W.L. (2010). A review of studies on Public–Private Partnership projects in the construction industry. International Journal of Project Management Vol. 28, 683-694

Financiación de Proyectos

- [1] Ajayi, T., & Sosan, M. (2013). The roles of Agent Banks in Syndicated Loan Transactions: a critical analysis. Equity Research Consult
- [2] Amiram, D., Beaver, W., Landsman, W.R. & Zhao, J. (2015). The Effects of CDS Trading Initiation on the Structure of Syndicated Loans.
- [3] Berk, J., DeMarzo, P., & Harford, J. (2012). Fundamentals of Corporate Finance. Prentice Hall
- [4] Blanc-Brude, F., & Makovsek, D. (2013). Construction Risk in Infrastructure Project Finance. EDHEC Business School
- [5] Bouzguenda, N. (2014). Project Finance: Determinants of the Bank Loan Spread. International Journal of Business and Social Science Vol. 5, No. 5
- [6] Chen, H., & Chen, S. (2011). Investment-cash flow sensitivity cannot be a good measure of financial constraints: Evidence from the time series.
- [7] Christophersen, H., Bodewig, K., & Secchi, C. (2014). New financial schemes for European transport infrastructure projects.
- [8] Dass, N., Nanda, V.K., & Wang, Q. (2011). Conflicts of Interest and Financial Contracts: Evidence from Syndicated Loans.
- [9] DeAngelo, H. & Stulz, R.M. (2013). Why High Leverage is Optimal for Banks.

- [10] Della, R. & Gatti, S. (2014). Financing infrastructure - International trends. OECD
- [11] EPEC (2010). Capital markets in PPP financing. Where we were and where are we going?. European PPP Expertise Centre
- [12] Escrivá, J.L., Fuentes, E. & García-Herrero A. (2010). A balance and projections of the experience in infrastructure of pension funds in Latin America. BBVA Research
- [13] Gadanez, B. (2004). The Syndicated Loan Market: structure, development and implications. BIS Quarterly Review
- [14] Garvin, M. & Cheah, Y. (2004). Valuation techniques for infrastructure investment decisions. Construction Management and Economics, 22 (5), 373–383
- [15] Gatti, S. (2014). Private Financing and Government support to promote long-term investments in infrastructure. OECD
- [16] Gatti, S., Kleimeier, S., Megginson, W. & Steffanoni, A. (2013). Arranger Certification in Project Finance. Financial Management, 42: 1–40
- [17] Hellowell, M. & Vecchi, V. (2012). The credit crunch in infrastructure finance: assessing the economic advantage of recent policy actions.
- [18] Hinnerich, M. (2008). Inflation-indexed swaps and swaptions. Journal of Banking & Finance 32, 2293–2306
- [19] Inderst, G. (2009). Pension Fund Investment in Infrastructure. OECD Working Papers on Insurance and Private Pensions, No. 32
- [20] Jayant, R., Kale, J.R., & Meneghetti, C. (2011). The choice between public and private debt: A survey. IIMB Management Review 23, 5-14
- [21] KPMG (2009). The use of mini-perms in UK PFI. Passing fad or here to stay?.
- [22] La Caixa (2011). Situación actual y perspectivas del sector de las infraestructuras.
- [23] Lin, C.M., Phillips, R.D., & Smith, S.D. (2007). Hedging, financing, and investment decisions: Theory and empirical tests. Journal of Banking & Finance 32, 1566–1582
- [24] Loan market association (2010). Guide to syndicated loans.
- [25] Murphy, T. (2010). Financing challenges for P3 Project after the credit crisis. McMillan
- [26] Rossi, E., & Stepic, R. (2015). Infrastructure Project Finance and Project Bonds in Europe. Palgrave Macmillan
- [27] Standard&Poor's (2011). A guide to the loan Market.
- [28] Tan, W. (2007). Principles of Project and Infrastructure Finance. Taylor & Francis

- [29] Tena, A. (2011). La titulización de activos como instrumento para la financiación de infraestructuras en España. Universidad Politécnica de Madrid
- [30] Tripp, R. (2006). How loan markets work.

Financiación Estructurada

- [1] Akbiyikli, R., Dikmen, S. U., & Eaton, D. (2011). Financing road projects by private finance initiative: Current practice in the UK with a case study. *Transport*, 26(2), pp. 208-215
- [2] An, Y., & Cheung, K. (2009). Project financing: Deal or no deal. *Review of Financial Economics* 19, 72–77
- [3] Buscaino, V., Caselli, S., Corielli, F., & Gatti, S. (2012). Project Finance Collateralised Debt Obligations: an Empirical Analysis of Spread Determinants. *European Financial Management*, 18(5), 950-969
- [4] Corielli, F., Gatti, S., & Steffanoni, A. (2010). Risk Shifting through Nonfinancial Contracts: Effects on Loan Spreads and Capital Structure of Project Finance Deals. *Journal of Money, Credit & Banking* (Wiley-Blackwell), 42(7), pp. 1295-1320
- [5] Esty, B.C. (2003). Modern Project Finance: A Casebook. John Wiley & Sons Inc.
- [6] Esty, B.C. (2014). An Overview of Project Finance and Infrastructure Finance. HBS Case No. 214083
- [7] Fabozzi, F.J., Davis, H.A., & Choudhry, M. (2006). Introduction to Structure Finance. John Wiley & Sons Inc.
- [8] Finnerty, J.D. (2007). Project Financing. Asset-Based Financial Engineering. John Wiley & Sons Inc.
- [9] Gatti, S. (2013). Project Finance in Theory and Practice. Academic Press
- [10] Girardone, C., & Snaith, S. (2011). Project finance loan spreads and disaggregated political risk. *Applied Financial Economics*, 21(23), 1725-1734
- [11] Kayser, D. (2013). Recent research in project finance - a commented bibliography. *Procedia Computer Science* 17, 729 – 736
- [12] Khan, M.F.K., & Parra, R.J. (2003). Financing Large Projects: Using Project Finance Techniques and Practices. Pearson Prentice Hall
- [13] Mensah, J.K. (2015). Contractual Framework of Project Finance. *Australian Journal of Commerce Study SCIE Journals*
- [14] Merna, A., Chu, Y. & Al-Thani, F. (2010). Project Finance in Construction. Wiley-Blackwell

- [15] Nevitt, P. (2000). Project Financing (7th edition). Euromoney Books
- [16] Pretorius, F., Lejot, P., McInnis, A., Arner, D., & Hsu, B.F. (2008). Project Finance for Construction and Infrastructure: Principles and Case Studies. Blackwell Publishing
- [17] Sorge, M., & Gadanecz, B. (2004). The term structure of credit spreads in project finance. BIS Working Papers 159
- [18] Standard&Poor's (2014). Project Finance Transaction Structure Methodology.
- [19] Tinsley, R. (2014). Advanced Project Finance: Structuring Risks (2nd edition). Euromoney Books
- [20] Vassallo, J.M.. (2007). Características y Estructuración del Project Finance.
- [21] Vink, D. & Thibeault, A.E. (2007). An empirical analysis of asset-backed securitization. NRG Working Paper Series
- [22] Winsen, J.K. (2009). An overview of project finance binomial loan valuation. Review of Financial Economics 19, 84–89
- [23] Yescombe, E.R. (2013). Principles of Project Finance (2nd edition). Academic Press

Rentabilidad de Proyectos

- [1] Bagui, S. & Ghosh, A. (2012). Uses of anti glare screen barrier in economic, financial analysis and determination of optimal debt capacity ratio for a road project. KSCE Journal of Civil Engineering Vol. 16, 1104-1114
- [2] Bahçeci, S., & Weisdorf, M. (2014). The Investment Characteristics of OECD Infrastructure: A Cash Flow Analysis. Rotman International Journal of Pension Management vol. 7
- [3] Blanc-Brude, F. (2013). Towards Efficient Benchmarks for Infrastructure Equity Investments. A review of the literature on infrastructure equity investment and directions for future research. EDHEC-Risk Institute
- [4] Blanc-Brude, F. (2014). Benchmarking Long-Term Investment in Infrastructure. Objectives, roadmap and recent progress. EDHEC-Risk Institute
- [5] Bianchi, R.J, Bornholt, G., Drew, M.E., & Howard, M.F. (2014). Long-term U.S. infrastructure returns and portfolio selection. Journal of Banking & Finance 42, 314–325
- [6] Bianchi, R.J., & Drew, M.E. (2014). Is Infrastructure An Asset Class? An Asset Pricing Approach.
- [7] Bird, R., Liem, H. & Thorp, S. (2014). Infrastructure: Real Assets and Real Returns. European Financial Management Vol. 20, 802–824

- [8] Bitsch, F., Buchner, A., & Kaserer, C. (2010). Risk, Return and Cash Flow Characteristics of Infrastructure Fund Investments. EIB Papers, Vol. 15, 106-136
- [9] Brooks, R.M. (2013). Financial Management (2nd Edition). Prentice Hall
- [10] Calderón, C., Moral-Benito, E., & Servén, L. (2015). Is infrastructure capital productive? A dynamic heterogeneous approach. Journal of Applied Econometrics Vol. 30, Issue 2, pages 177–198
- [11] Canning D. & Bennathan E. (2004). The Rate of Return to Transportation Infrastructure. World Bank
- [12] Croce, R., Schieb, P., & Stevens, B. (2011). Pension funds investments in infrastructure: A survey. OECD Working Papers
- [13] Dechant, T., & Finkenzeller, K. (2012). Direct Infrastructure Investment and its Role in Drawdown-Efficient Portfolios.
- [14] Dias, A. & Ioannou, P. (1995). Debt Capacity and Optimal Capital Structure for Privately Financed Infrastructure Projects. Journal Constr. Eng. Manage., 121(4), 404–414
- [15] Dobbs, R., Pohl, H., Lin, D., Mischke, J., Garemo, N., Hexter, J., Matzinger, S., Palter, R., & Nanavatty, R. (2003). Infrastructure productivity: How to save \$1 trillion a year. McKinsey Global Institute
- [16] Driessen, J., Lin, T. & Phalippou, L. (2009). A new method to estimate risk and return of non-traded assets from cash flows: The case of private equity funds. NBER Working Paper No. W14144
- [17] Fernández, P. (2013). Company valuation methods.
- [18] Gemson, J., Gautami, K.V., & Rajan, A.T. (2011). Impact of private equity investments in infrastructure projects. Utilities Policy Vol 21, 59–65
- [19] Grzegorz, M. (2012). Risk sensitivity indicator as correction factor for cost of capital rate.
- [20] Haskell, C.T., (2005). Advanced Modelling for Project Finance for Negotiations and Analysis. Euromoney Books
- [21] Howard, E. (2012). Infrastructure Funds: The Why, What and How. OTC conseil
- [22] Iacono, M. & Levinson, D. (2013). Methods for Estimating the Economic Impact of Transportation Improvements: An Interpretive Review.
- [23] Inderst, G. (2010). Infrastructure as an Asset Class. European Investment Bank Papers 15, 70-105
- [24] JP Morgan (2011). Guide to Infrastructure Investing.

- [25] JP Morgan (2014). Long-term capital market return assumptions, 2014 estimates and the thinking behind the numbers.
- [26] Kienitz, J., & Wetterau, D. (2012). Financial Modelling: Theory, Implementation and Practice with MATLAB Source. Wiley Finance
- [27] Kryzanowski, L., & Mohsni, S. (2010). Capital returns, costs and EVA for Canadian firms. North American Journal of Economics and Finance 21, 256-273
- [28] Leviäkangas, P. (2007). Private finance of transport infrastructure projects. Value and risk analysis of a Finnish shadow toll road project.
- [29] Lynch, P. (2011). Financial Modelling For Project Finance. Euromoney Books
- [30] McPherson, S.L. (2012). Advanced Project Finance Modeling. Africagrowth Institute
- [31] Oyedele, J.B., McGreal, S., Adair, A., & Ogedengbe, P. (2013). Performance and role of European listed infrastructure in a mixed-asset portfolio. Journal of Financial Management of Property and Construction 18 (2), 160 – 183
- [32] Panayiotou, A. & Medda, F. (2014). Attracting private sector participation in infrastructure investment: the UK case. Public Money & Management Vol. 34, 425-431
- [33] Ruback, R.S. (2000). Capital Cash Flows: A Simple Approach to Valuing Risky Cash Flows. Harvard University
- [34] Sasha, N. Page, S.N., Ankner, W., Jones, C., & Fetterman, R. (2008). The Risks and Rewards of Private Equity in Infrastructure. Public Works Management Policy October vol. 13, 100-113
- [35] Sawant, R.J. (2009). The economics of large-scale infrastructure FDI: The case of project finance. Journal of International Business Studies 41, 1036–1055
- [36] Trimboth, S. (2011). Economic Infrastructure: building for prosperity. STP Advisory Services

Métodos de Proyección Financiera

- [1] Atrill, P. (2006). Financial Management for Decision Makers. Pearson
- [2] Bagui, S. & Ghosh, A. (2011). Risk Analysis for a BOT Project. Jordan Journal of Civil Engineering, Volume 5, No. 3
- [3] Bock, K., & Trück, S. (2011). Assessing Uncertainty and Risk in Public Sector Investment Projects. Technology and Investment, 2, 105-123

- [4] Borgonovo, E., Gatti, S. & Peccati, L., (2010). What drives value creation in investment projects? An application of sensitivity analysis to project finance transactions. European Journal of Operational Research 205(1) 227-236
- [5] Borgonovo, E. & Peccati, L. (2006). The Importance of Assumptions in Investment Evaluation. International Journal of Production Economics, 101, 298-311
- [6] Brandimarte, P. (2014). Handbook in Montecarlo Simulation. Applications in Financial Engineering, Risk Management, and Economics. John Wiley and Sons Ltd
- [7] Carter, T.R. & La Rovere, E.L. (2001). Developing and Applying Scenarios. Climate Change 2001: Impacts, Adaptation, and Vulnerability, Third Assessment Report Chapter 3, pp. 145-191
- [8] Consiglio, A., Carollo, A. & Zenios, S.A. (2014). Generating multi-factor arbitrage-free scenario trees with global optimization. The Wharton Financial Institutions Center Working Paper 13-35
- [9] Dahl, D. (2011). Coincident correlations of growth and cash flow in banking. Journal of Banking & Finance 36, 1139-1143
- [10] Flyvbjerg, B., Skamris, M.K., & Buhl, S.L. (2005). How (In)accurate Are Demand Forecasts in Public Works Projects?. Journal of the American Planning Association, Vol. 71, nº 2
- [11] González, M., Matas, A., & Raymond, J.L. (2010). La predicción de la demanda en evaluación de proyectos. Cuadernos económicos de ICE, 80.
- [12] Iloiu M., & Csiminga D. (2009). Project Risk Evaluation Methods - Sensitivity Analysis. Annals of the University of Petroșani, Economics 9, 33-38
- [13] Jovanovic, P. (1999). Application of sensitivity analysis in investment project evaluation under uncertainty and risk. International Journal of Project Management Vol. 17, No. 4, 217-222
- [14] Kumar, K.S., & Kannaiah, D. (2014). A study on sensitivity analysis of scenarios. International Journal of Business and Administration Research Review, 2 (4) 153-159
- [15] Kwak, Y.K., & Ingall, L. (2007). Exploring Montecarlo Simulation on applications for Project Management. Risk Management, 9, 44-57
- [16] Nelson, B.L. (2010). Stochastic Modeling: Analysis and Simulation. Dover Books on Mathematics
- [17] Nicolaisen, M.S. (2012). Forecasts: Fact or Fiction? Uncertainty and Inaccuracy in Transport Project Evaluation.
- [18] Piyatrapoomi, N., & Kumar, A. (2003). Framework for investment decision-making under risk and uncertainty for infrastructure asset management. RTE Volume

- [19] Saffo, P. (2007). Six Rules for Effective Forecasting. Harvard business review
- [20] Salling, K. B. & Leleur, S. (2015). Accounting for the inaccuracies in demand forecasts and construction cost estimations in transport project evaluation. Transport Policy 38
- [21] Saltelli, A., Chan, K., & Scott, E. M. (2009). Sensitivity Analysis. Wiley
- [22] Savvides, S.C. (1994). Risk Analysis in Investment Appraisal. Project Appraisal Vol. 9, 3-18
- [23] Schroeder, M.J., & Lambert, J.H. (2011). Scenario-based multiple criteria analysis for infrastructure policy impacts and planning. Journal of Risk Research vol 14
- [24] Torres, A. & Salinas, E. (2014). Dynamic scenarios in finance and management, looking to 2024. European Scientific Journal vol.10, No.19

Riesgo de Crédito

- [1] Afik Z., Arad, O. & Koresh Galil, K. (2012). Using the Merton Model: An empirical assessment of alternatives.
- [2] Altman, E.I. (1968). Financial ratios, discriminant analysis and the prediction of corporate bankruptcy. Journal of Finance, Vol. 13, pp. 589-609
- [3] Altman, E.I., & Sabato, G. (2007). Modeling credit risk for SMEs: evidence from the U.S. market. Abacus, Vol. 43, 332-357
- [4] Andersen, L., Sidenius, J., & Basu S. (2003). All Your Hedges in One Basket. Risk, 67–72
- [5] Aragonés, J.R., Blanco, C. & Iniesta, F. (2009). Modelización del riesgo de crédito en proyectos de infraestructuras. Rev. Innovar. Vol. 19, No. 35, 65-80
- [6] Arora, N., Bohn, J.R., & Zhu F. (2005). Reduced Form vs. Structural Models of Credit Risk: A Case Study of Three Models. KMV
- [7] Badia, C., Galisteo, M. & Preixens, T. (2007). Un modelo de riesgo de crédito basado en opciones compuestas con barrera. Aplicación al mercado continuo español. Revista de Economía Financiera 11, 64-86
- [8] Bartram S.M. (2007). What lies beneath: Foreign exchange rate exposure, hedging and cash flows. Journal of Banking & Finance 32, 1508–1521
- [9] Beaver, V. (1966). Financial ratios as predictors of failure. Journal of Accounting Research, Vol. 5, pp. 71-111.
- [10] Beaver V. (2005). Have financial statements become less informative? Evidence from the ability of financial ratios to predict bankruptcy. Review of Accounting Studies, 10, 93-122.

- [11] Ben Ammar, S. & Eling, A. (2013). Common Risk Factors of Infrastructure Firms.
- [12] Bharath, S.T., & Shumway, T. (2004). Forecasting Default with the KMV-Merton Model.
- [13] Bharath, S.T., & Shumway, T. (2008). Forecasting Default with the Merton Distance to Default Model. *The Review of Financial Studies*, 21, 1339–1369
- [14] Black, F., & Cox, J. (1976). Valuing Corporate Securities: Some Effects of Bond Indenture Provisions. *The Journal of Finance*, 31, 351–367.
- [15] Black, F. & Scholes, M. (1973). The Pricing of Options and Corporate Liabilities. *Journal of Political Economy*, 81 (3), 637-654
- [16] Blanc-Brude, F., Hasan, M., & Ismail O.R.H. (2014). Unlisted Infrastructure Debt Performance Measurement. EDHEC Business School
- [17] Blochwitz, S., Liebig, T., & Nyberg, M. (2000). Benchmarking Deutsche Bundesbank's Default Risk Model, the KMV Private Firm Model and Common Financial Ratios for German Corporations.
- [18] Campbell, J. Y., Hilscher, J., & Szilagyi, J. (2008). In search of distress risk. *The Journal of Finance*, 63(6), 2899-2939
- [19] Canbolat, M.A. & Gümrah, A. (2015). Analysis of Credit Risk Measurement Models in the Evaluation of Credit Demands. *Universal Journal of Accounting and Finance* 3 (1), 16-20
- [20] Capuano, C. (2008). The option-iPoD. The probability of default implied by option prices based on entropy. IMF Working Paper No. 08/194
- [21] Capuano, C., Chan-Lau, J., Gasha, G., Medeiros, C., Santos, A. & Souto, M. (2009). Recent Advances in Credit Risk Modeling. IMF Working Papers
- [22] Chan-Lau, J. A., & Sy, A.N.R (2006). Distance to default in Banking: A Bridge Too Far?. IMF Working Paper No. 06/215
- [23] Chiara, N. (2006). Real options methods for improving economic risk management in infrastructure project finance. Nueva York : Ph.D. dissertation, Columbia University
- [24] Copeland, T. & Antikarov, V. (2001). Real Options. A Practitioner's Guide. Texere
- [25] Cox, J.C. & Ross, S.A. (1976). The Valuation of Options for Alternative Stochastic Processes. *Journal of Financial Economics* 3, 145-166.
- [26] Crosbie, P. & Bohn, J.R. (2003). Modeling Default Risk. Moody's KMV
- [27] Crouhy, M., Galai, D. & Mark, R. (2000). A comparative analysis of current credit risk models. *Journal of Banking and Finance*, 24, 59-117

- [28] Dailami, M., Lipkovich, I. & Van Dyck, J. (1999). INFRISK. A computer simulation approach to risk management in infrastructure project finance transactions. World Bank
- [29] Delianedis, G. & Geske, R. (1998). Credit Risk and Risk Neutral Default Probabilities: Information About Migrations and Defaults.
- [30] Duffie, D., Horel, A., & Saita, L. (2008). Frailty Correlated Default. The Journal of Finance, 64, 2089-2123
- [31] Duffie, D., & Lando, D. (2001). Term Structure of Credit Spreads with Incomplete Accounting Information. Econometrica, 69
- [32] Duffie, D. & Singleton, K. (1994, 1999). Modeling term structures of defaultable bonds. First version: 1994, Discussion paper; Second version: 1999, Review of Financial Studies 12, 687-720
- [33] Duffie, D. & Singleton, K. (2003). Credit risk: pricing, measurement and management. Princeton University Press
- [34] Dullmann K. & Trapp, M. (2004). CreditRisk+: a credit risk management framework. Nueva York: Credit Suisse First Boston
- [35] Eidleman, G.J. (1995). Z scores--a guide to failure prediction. CPA Journal, 65, 52-53
- [36] Elizalde, A. (2003). Credit Risk Models II: Structural Models.
- [37] Ericsson, J. & Reneby, J. (2003). Stock options as barrier contingent claims. Applied Mathematical Finance, 10, 121-147
- [38] Ericsson, J. & Reneby, J. (2006). Can Structural Models Price Default Risk? Evidence from Bond and Credit Derivative Markets. McGill University
- [39] Falkenstein, E., Boral, A, & Carty L.V. (2000). RiskCalc™ for Private Companies. Moody's Default Model. Moody's Investors Service
- [40] Geske, R. (1977). The valuation of corporate liabilities as compound options. Journal of Financial and Quantitative Analysis, 12, 541-552.
- [41] Giesecke, K., (2004a). Correlated Default with Incomplete Information. Journal of Banking and Finance, 28, 1521-1545
- [42] Giesecke, K. (2004b). Credit risk modeling and valuation: An introduction. Ithaca, NY: Working Paper, Cornell University
- [43] Giesecke, K. (2005). Default and information. Journal of Economic Dynamics and Control, 30, 2281-2303
- [44] Gong, D. (2014). Systemic risk-taking at banks: Evidence from the pricing of syndicated loans. European Banking Center

- [45] Gordy, M. (2000). A comparative anatomy of credit risk models. Journal of Banking & Finance, 24 (1-2), 119-149
- [46] Gropp, R., Vesala, J. & Vulpes G. (2002). Equity and Bond Markets Signals as Leading Indicators of Bank Fragility. Journal of Money, Credit and Banking, 38, 399–428
- [47] Guo, X., Jarrow, R.A., & Lin, H. (2009). Distressed Debt Prices and Recovery Rate Estimation.
- [48] Gupton, G., Finger, C. & Bhatia, M. (1997). CreditMetrics . A technical Document. JP Morgan.
- [49] Hamerle, A. & Rösch, D. (2003). Parameterizing Credit Risk Models. Working Paper, University of Regensburg.
- [50] Hull, J., & White, A. (2000). Valuing Credit Default Swaps I: No Counterparty Default Risk.
- [51] Jarrow, R.A. (2001). Default Parameter Estimation Using Market Prices. Financial Analyst Journal
- [52] Jarrow, R.A., Lando D., & Turnbull S.M. (1997). A Markov model for the term structure of credit risk spreads. Review of Financial Studies 10, 481–523
- [53] Jarrow, R. A., & Protter, P. (2004). Structural versus Reduced Form Models: A New Information Based Perspective. Journal of Investment Management, 2, 1-10
- [54] Jarrow, R.A. & Turnbull, S.M. (1995). Pricing derivatives on financial securities subject to credit risk. The Journal of Finance 1, 53-85
- [55] Jessen, C., & Lando, D. (2013). Robustness of Distance to default. 26th Australasian Finance and Banking Conference.
- [56] Kealhofer, S. (2003). Quantifying Credit Risk II: Debt Valuation. AIMR
- [57] Kealhofer, S., & Kurbat, M. (2001). The Default Prediction Power of the Merton Approach, Relative to Debt Ratings and Accounting Variables. KMV
- [58] Kong, D., Tiong, R.L.K., Cheah, C.Y.J., Permana, A., & Ehrlich, M. (2008). Assessment of Credit Risk in Project Finance. Journal of Construction Engineering and Management 134(11), 876–884
- [59] Lando, D. (2004). Credit risk modeling: theory and application. Princeton NJ: Princeton University Press
- [60] Lennox, C. (1999). Identifying failing companies: a reevaluation of the logit, probit and DA approaches. Journal of Economics and Business, 51, 347-364
- [61] Li, D. X. (2000). On Default Correlation: A Copula Function Approach. Journal of Fixed Income, March, pp. 115–118

- [62] Longstaff, F. & Schwartz, E. (1995). A simple approach to valuing risky fixed and floating rate debt. Journal of Finance, 50, 789-819
- [63] Martin, R. (2004). Credit Portfolio Modeling Handbook. Credit Suisse First Boston
- [64] Mascareñas, J., Lamothe, P., López Lubián, F. & de Luna, W. (2004). Opciones reales y valoración de activos. Prentice Hall
- [65] McAndrew, A. (2004). Introduction to Creditmark. Moody's KMV
- [66] Merton, R. (1973). Theory of Rational Option Pricing. Bell Journal of Economics and Management Science, 4 (1), 141-183
- [67] Merton, R. (1974). On the Pricing of Corporate Debt: The Risk Structure of Interest Rates. Journal of Finance, 29 (2), 449-470
- [68] Miller, M., & Szimba, E. (2013). How to reflect the issue of risk in transport infrastructure appraisal: Synthesis of methods and best practice.
- [69] Modigliani, F. & Miller, M. (1958). The Cost of Capital, Corporation Finance and the Theory of Investment. American Economic Review, 48, 261-297
- [70] Morini, M., & Brigo, D. (2007). Arbitrage-free pricing of Credit Index Options. The no-armedaggon pricing measure and the role of correlation after the subprimecrisis.
- [71] Nagel, S. & Purnanandam A. (2015). Bank Risk Dynamics and Distance to Default. Ross School of Business, University of Michig
- [72] Ohlson, J. (1980). Financial ratios and the probabilistic prediction of bankruptcy. Journal of Accounting Research, 18, 109-131
- [73] Pederzoli, C., & Torricelli, C. (2010). A parsimonious default prediction model for Italian SMEs . Banks and Bank Systems, 5, 5-9
- [74] Sobehart, J.R. & Keenan, S.C. (2001). A Practical Review and Test of Default Prediction Models. The RMA Journal November 2001, 54-59
- [75] Sobehart, J.R., & Keenan S.C. (2002). The need for hybrid models. Risk, Febr. 2002, 73-77
- [76] Sobehart, J.R., Keenan, S.C., & Stein, R.M. (2000). Benchmarking Quantitative Default Risk Models: A Validation Methodology. Moody's Investors Services
- [77] Sobehart, J.R., & Stein R.M. (2000). Moody's Public firm Risk Model: a Hybrid Approach to Modeling Short Term Default Risk. Moody's Investors Services
- [78] Stein, R.M. (2000). Evidence on the Incompleteness of Merton-type Structural Models for Default Prediction. Moody's Investors Services

- [79] Sorge, M. (2004). The nature of credit risk in project finance. BIS Quarterly Review
- [80] Vasicek, O. (1984). Credit Valuation. KMV Corporation
- [81] Vasicek, O. (1987). Probability of Loss on Loan Portfolio. KMV Corporation
- [82] Vassalou, M., & Xing, Y. (2004). Default and Equity Returns. The Journal of Finance, 59, 831-868
- [83] Yescombe, E.R. (2013). Principles of Project Finance (2nd edition). Academic Press
- [84] Zeng, B. & Zhang, J. (2001). An Empirical Assessment of Asset Correlation Models. Moody's KMV.
- [85] Zhang, Z.Y., Teng, J., Fu, Q., & Zou, W.L. (2014) Analyses of the Credit Enhancement of BOT Project Finance. Atlantis Press

Opciones Reales

- [1] Alonso, S. (2009). La Valoración de Opciones Reales con Múltiples Fuentes de Incertidumbre. Anales de Estudios Económicos y Empresariales, 19, 235-256
- [2] Alonso, S., Azofra, V., & de La Fuente, G. (2007). Las Opciones Reales y la Simulación de Montecarlo. Universia Business Review 4º Trimestre 2007, 52-63
- [3] Barranquand, J. & Martineau, D. (1995). Numerical Valuation of High Dimensional Multivariate American Securities. Journal of Financial and Quantitative Analysis, 30, 383-405
- [4] Black, F. & Scholes, M. (1973). The Pricing of Options and Corporate Liabilities. Journal of Political Economy, 81 (3), 637-654
- [5] Brandão, L.E., Dyer, J. S., & Hahn, W.J. (2012). Volatility estimation for stochastic project value models. European Journal of operational research 220(3): 642-648
- [6] Brandão, L.E., & Saraiva, E.C. (2007). Valuing Government Guarantees in Toll Road Projects.
- [7] Broadie, M., & Glasserman, P. (1997). Pricing American-Style Securities Using Simulation. Journal of Economic Dynamics and Control, 21, 1323-1352
- [8] Broadie, M. & Glasserman, P. (2004). A Stochastic Mesh Method for Pricing High-Dimensional American Options. Journal of Computational Finance, 7, 35-72
- [9] Charoenpornpattana, S., Minato, T., & Nakahama, S. (2002). Government Supports as bundle of Real Options in Built-Operate-Transfer Highways projects.

- [10] Chiara, N., & Garvin, M.J. (2007). Valuing Simple Multiple-Exercise Real Options in Infrastructure Projects. Journal of Infrastructure Systems, 13, 97-104
- [11] Cont, R. & Tankov, P. (2004). Financial Modeling with Jump Processes. Chaman & Hall
- [12] Cox, J., Ross, S. & Rubinstein, M. (1979). Options pricing: a simplified approach. Journal of Financial Economics nº 7, 229-263
- [13] Eydeland, A., & Wolyniec, K. (2003). Energy and power risk management: New developments in modeling, pricing, and hedging. John Wiley & Sons
- [14] Faulkender, M., Flannery, M.J., Hankins, K.W., & Smith, J.M. (2011). Cash flows and leverage adjustments. Journal of Financial Economics 103, 632-646
- [15] Favato, G., Cottingham, J.A., & Isachenkova, N. (2015). Blending Scenarios into Real Options: Relevance of the Pay-off Method to Management Investment Decisions. Journal of Finance and Accounting, 3, 12-17
- [16] Fernández, P. (2008). Valoración de Opciones Reales: dificultades, problemas y errores. IESE CIIF
- [17] Fu, M. C., Laprise, S. B., Madan, D. B., Su, Y., & Wu, R. (2001). Pricing American options: A comparison of Montecarlo simulation approaches. Journal of Computational Finance, 4, 39-88
- [18] Garvin, M.J. & Ford, D.N. (2011). Real options in infrastructure projects: theory, practice and prospects. The Engineering Project Organization Journal 2, 97-108
- [19] Glassermann, P. (2004). Montecarlo Methods in Financial Engineering. Springer-Verlag
- [20] Gillespie, D.T. (1996). Exact numerical simulation of the Ornstein-Uhlenbeck process and its integral. Phys.Rev.E 54:2084-91
- [21] Grant, D., Vora, G., & Weeks, D. (1996). Simulation and the Early-Exercise Option Problem. Journal of Financial Engineering, 5, 211-227
- [22] Haahtela, T. (2012). Differences between financial options and real options. Lecture Notes in Management Science Vol. 4: 169-178
- [23] Hull, J.C. (1993). Options, Futures, and Other Derivative Securities. Prentice Hall, 2nd ed.
- [24] Jäckel, P. (2002). Montecarlo methods in finance. J. Wiley
- [25] Kester, W.C. (1984). Today's options for tomorrow's growth. Harvard Business Review
- [26] Kodukula, P. & Papudesu, C. (2006). Project Valuation Using Real Options. A Practitioner's Guide. J. Ross Publishing

- [27] Lamothe, P., & Aragón, R. (2002). Valoración Racional de Acciones de Internet: El Caso Europeo. X Foro de Finanzas, Sevilla.
- [28] Lamothe, P., & Méndez, M. (2013). Opciones Reales Métodos de Simulación y Valoración. Ecobook
- [29] Lee, H. (2011). A Real Option Approach to Valuating Infrastructure Investments. KDI School of Public Policy and Management
- [30] Lee, Y. S. (2007). Flexible design in public private partnerships: A PFI case study in the National Health Service. University of Cambridge
- [31] Lemieux, C. (2009). Montecarlo and quasi-Montecarlo sampling. Springer Science & Business Media
- [32] León, A., & Piñeiro D. (2004). Valuation of a biotech company: A real options approach. Working paper CEMFI num. 420
- [33] Longstaff, F.A., & Schwartz, E.S. (2001). Valuing American Options by Simulation: A Simple Least-Squares Approach. Review of Financial Studies, 14, 113-147
- [34] Margalef-Roig, J. & Miret-Artes, S. (2004). Cálculo estocástico aplicado a las finanzas: Precio de las opciones según el método Black-Scholes-Merton y algunas generalizaciones. Ministerio de Ciencia y Tecnología
- [35] Martins, J., Marques, R., & Cruz, C. (2015). Real Options in Infrastructure: Revisiting the Literature. J. Infrastruct. Syst., 21(1)
- [36] Mascareñas, J. (2011). Opciones Reales: Valoración por el método binomial. Universidad Complutense de Madrid
- [37] Mascareñas, J., Lamothe, P., López Lubián, F. & de Luna, W. (2004). Opciones reales y valoración de activos. Prentice Hall
- [38] Merton, R. (1973). Theory of Rational Option Pricing. Bell Journal of Economics and Management Science, 4 (1), 141-183
- [39] Oliveira, C. & Cunha, R. (2013). Flexible contracts to cope with uncertainty in public-private partnerships. International Journal of Project Management Volume 31, 473-483
- [40] Palacios, F., Rayo, S., Herrerías, R., & Cortés A.M. (2000). Valoración de la Flexibilidad de Proyectos de Inversión mediante Opciones Reales: el VAN ampliado. I Encuentro Iberoamericano de Finanzas y Sistemas de Información
- [41] Rakić, B. & Rađenović, T. (2014). Real Options Methodology in Public-Private Partnership Project Valuation. Economic Annals, Volume LIX, No. 200
- [42] Rogers, L. C. (2002). Montecarlo valuation of American options. Mathematical Finance, 12, 271-286

- [43] Santos L., Soares, I., Mendes, C. & Ferreira P. (2014). Real Options versus Traditional Methods to assess Renewable Energy Projects. Renewable Energy 68, 588–594
- [44] Schwartz, E. S. (2004). Patents and R&D as Real Options. Economics Notes, 33, 23-54
- [45] Schwartz, E. S., & Moon, M. (2001). Rational Pricing of Internet Companies Revisited. Financial Review, 36, 7-26.
- [46] Stentoft, L. (2004). Assesing the Least Squares Monte-Carlo Approach to American Option Valuation. Review of Derivatives Research, 7, 129-168
- [47] Suárez, A. (1980). Decisiones óptimas de inversión y financiación en la empresa. Pirámide
- [48] Tilley, J.A. (1993). Valuing American Options in a Path Simulation Model. Transactions of the Society of Actuaries, 45, 83-104
- [49] Van Rhee, C.G., Pieters, M., & Van de Voort, M.P. (2008). Real Options applied to infrastructure projects: a new approach to valuing and managing risk and flexibility. Stratelligence
- [50] Wang, A., & Halal, W. (2010). Comparison of Real Asset Valuation Models: A Literature Review. International Journal of Business and Management, 5, 14-24